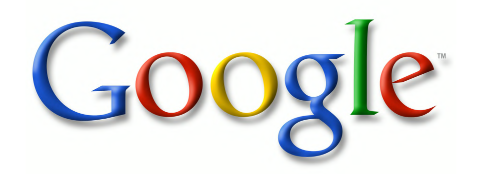
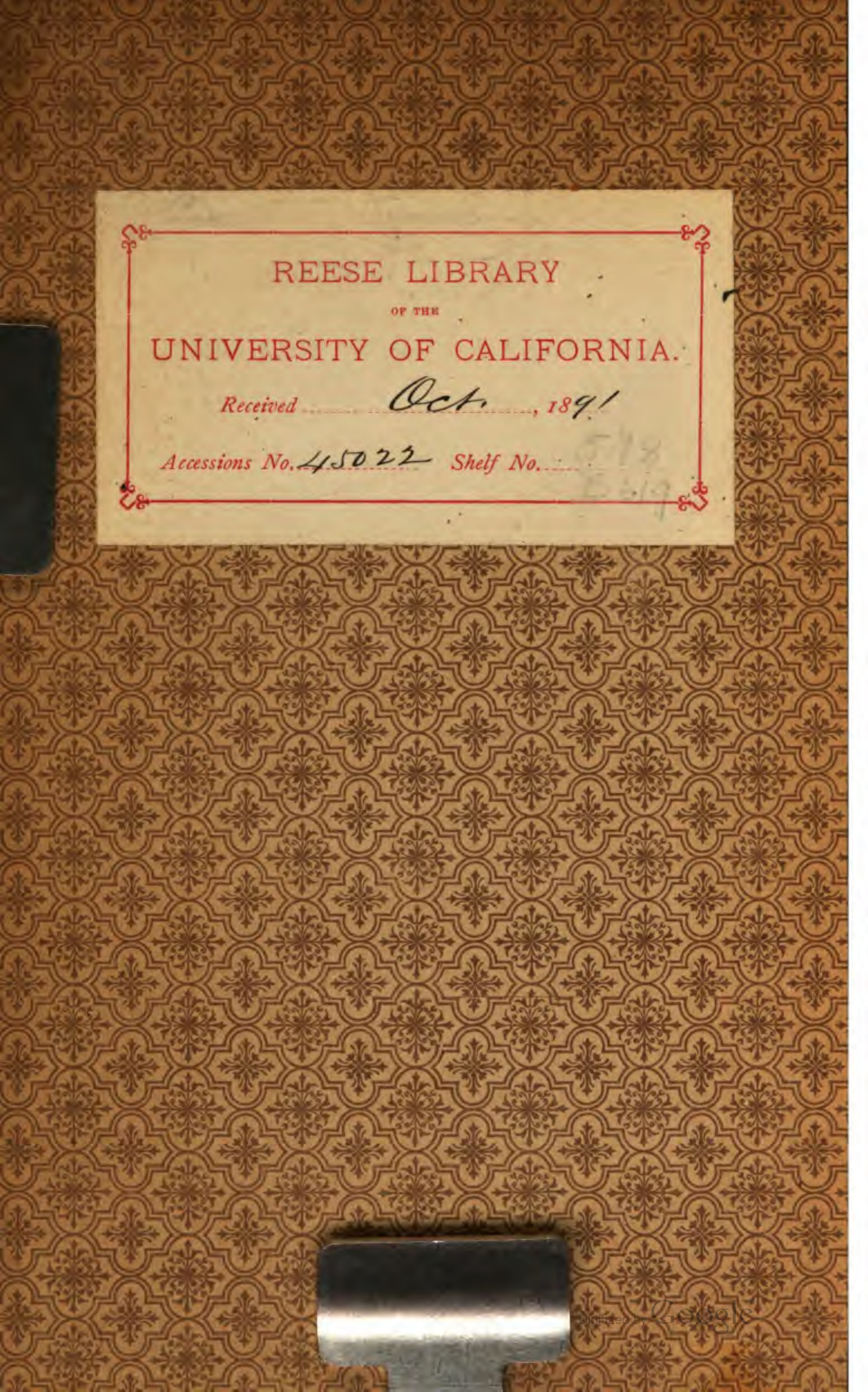
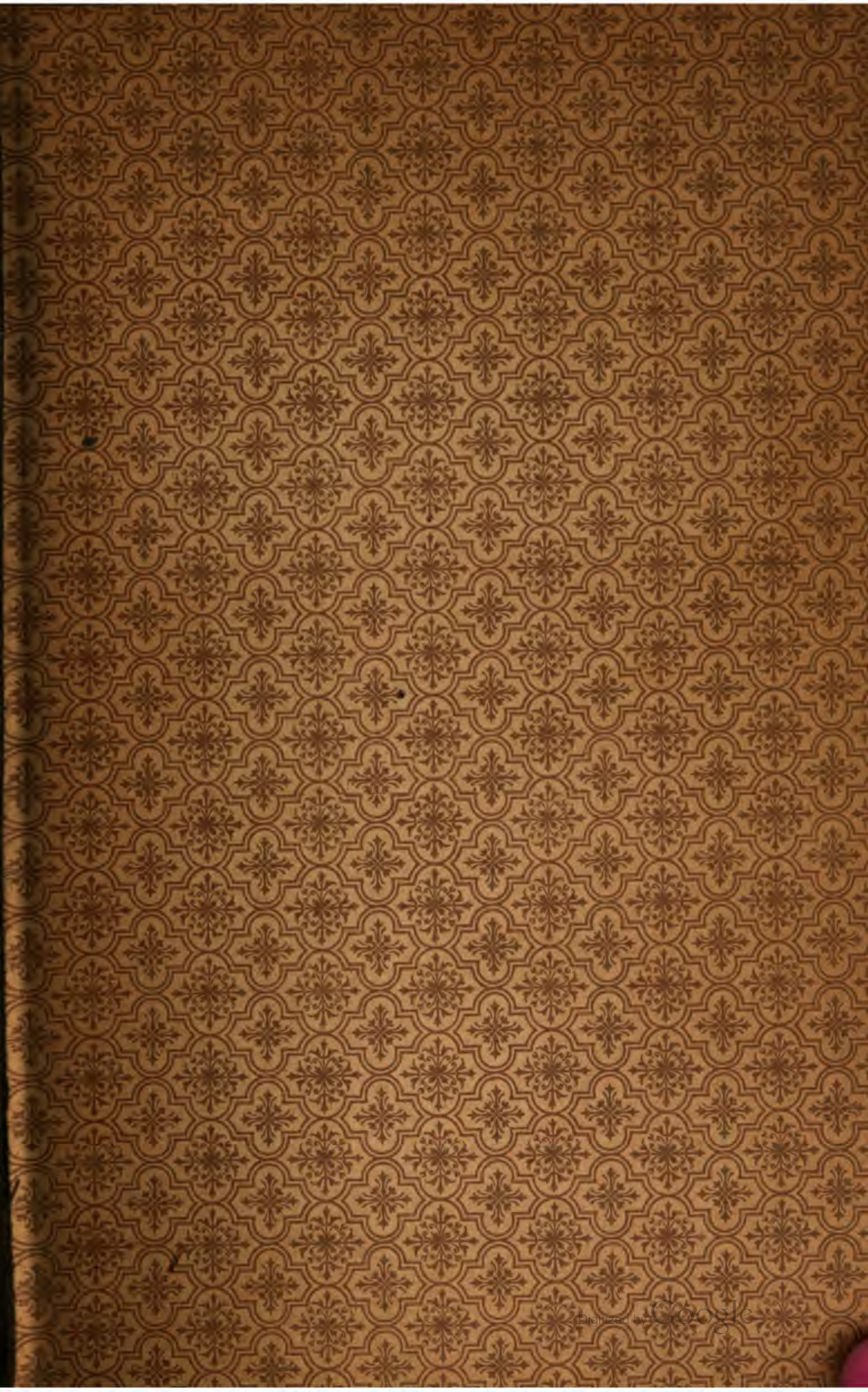



UC-NRLF
$B 31 753
Digitized by Google





Holzstiche
aus dem xylographischen Atelier
von Friedrich Vieweg und Sohn
in Braunschweig.

Papier
aus der mechanischen Papier-Fabrik
der Gebrüder Vieweg zu Wendhausen
bei Braunschweig.

Lehrbuch der rationellen Praxis

der

landwirthschaftlichen Gewerbe.

Zugleich als siebente Auflage von

Dr. Friedr. Jul. Otto's

Lehrbuch der landwirthschaftlichen Gewerbe.

Herausgegeben in Gemeinschaft

mit

C. Birnbaum, Bronner, Dahlen, Deite, Fleischmann, Lintner, Richard, Rühne, Stammer, v. Wagner, P. Wagner u. A.

und redigirt

von

Dr. K. Birnbaum,

Professor der Chemie am Polytechnicum zu Carlsruhe.

Mit zahlreichen in den Text eingedruckten Holzstichen.

Achter Theil.

Das Brotbacken.

Von

Dr. K. Birnbaum.

Braunschweig,

Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

1878.

Das

Brotbacken.

Eine

Besprechung der Grundlagen für den rationellen Betrieb des Bäckergewerbes

von

Dr. K. Birnbaum,
Professor der Chemie am Polytechnicum in Carlsruhe.

Mit zahlreichen in den Text eingedruckten Holzstichen.



Braunschweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.
1878.

Vorwort.

Bei der Bearbeitung des vorliegenden Theiles der landwirthschaftlichen Gewerbe habe ich mich bemüht, die Bedeutung der Getreidekörner als menschliche Nahrung zu schildern und die rationellsten Wege anzugeben, auf denen man sie zu diesem Zwecke verwenden kann. Ich habe daher nur die Brotarten berücksichtigt, welche in großem Maßstabe als unentbehrliche Nahrungsmittel der Menschen bereitet werden.

Noch im Jahre 1868 glaubte Liebig den Ausspruch thun zu können, das Bäckergewerbe sei das einzige unter allen Gewerben, welches seit Jahrtausenden von dem Fortschritte nicht berührt worden sei. In gewissem Sinne ist dieser Satz auch heute noch nicht unrichtig, der Grund liegt theils in der Scheu der Bäcker und der Consumenten vor Neuerungen in der Bereitung eines Nahrungsmittels, theils aber liegt die Ursache des langsamen Fortschrittes des Bäckergewerbes in der geringen Aufmerksamkeit, welche die Männer der Wissenschaft bis vor kurzer Zeit diesem außerordentlich wichtigen Gebiete der Technik zuwandten.

In den letzten zehn Jahren sind aber in der Brotbereitung sehr wesentliche Fortschritte zu verzeichnen, auf dem betreffenden chemischen und mechanischen Gebiete sind wichtige Entdeckungen gemacht und von den Gewerbetreibenden selbst wird die Bedeutung dieser Fortschritte der Wissenschaft jetzt vielfach richtig gewürdigt. Es sind Vereine entstanden, welche durch regelmäßige Versammlungen und Ausstellungen, sowie durch periodisch erscheinende Zeitschriften die Neuerungen auf dem Gebiete der Bäckerei allgemein

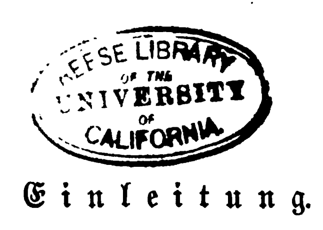
bekannt zu machen und einzuführen suchen. Es ist der Anfang dazu gemacht, das Brotbacken wie die übrigen landwirthschaftlichen Industriezweige zu einem rationell betriebenen Gewerbe herauszubilden.

Dieses Streben nach besten Kräften zu unterstützen, das war das Ziel, das ich verfolgte. Wenn es mir durch die folgenden Abhandlungen gelingen sollte, dem praktischen Bäcker eine richtige Vorstellung von der Bedeutung der Wissenschaft für sein Gewerbe zu geben und wenn ich auf der anderen Seite die Männer der Wissenschaft bestimmen könnte, diesem für das Volkswohl so überaus wichtigen Gegenstande in höherem Maße seine Kräfte zuzuwenden, als das meistens bisher geschah, so ist die Aufgabe erfüllt, die ich bei der Abfassung des vorliegenden Buches mir stellte.

Carlsruhe, im Juli 1878.

K. Birnbaum.

Inhaltsverzeichniß.



Einleitung.

Das Brot bildet die Grundlage für die Ernährung des gesitteten Menschen. Die Benutzung der Getreidekörner als menschliche Nahrung war der erste Schritt zur Cultur. Ohne feste Wohnsitze konnte das Menschengeschlecht höhere Stufen geistiger Entwickelung nicht erreichen, durch den Getreidebau wurden die Nomaden gezwungen, bleibende Niederlassungen zu gründen. Alle Völker erkannten in der Begründung des Ackerbaues den Anfang der Civilisation, bei allen Völkern findet man in der Mythologie schöne Sagen von Göttern und Halbgöttern, welche vom Himmel auf die Erde herabstiegen, um den Menschen mit der Wohlthat des Ackerbaues zugleich den ersten Anfang zu fortschreitender Cultur zu bringen.

Der Getreidebau ist heute das Gemeingut aller civilisirten Völker. Wer zuerst Getreide gesäet und geerntet hat und wo die Heimath des Getreidebaues zu suchen ist, ist nicht festzustellen. Es ist höchst wahrscheinlich, daß die verschiedenen Getreidearten von Centralasien aus sich über die bewohnte Erde verbreiteten. Die Phönizier namentlich scheinen in vielen Ländern den Getreidebau eingeführt zu haben, um später die Früchte gegen andere Waaren austauschen zu können. In Aegypten, dem von der Natur so überaus begünstigten Lande, brachte der durch die regelmäßigen Nilüberschwemmungen befruchtete Boden so reiche Ernten, daß von diesem Lande ein bedeutender Getreidehandel schon früh ausging. Von dort erhielten die Griechen die Kenntniß von dem Getreidebau, sie cultivirten vorzugsweise Gerste und Weizen. Die Römer lernten die Behandlung des Getreides von den Griechen und sie brachten auf ihren Kriegszügen auch dem Abendlande die Bekanntschaft mit den Brotfrüchten. In den südlichen Ländern wurde besonders Weizen, Spelt und Gerste gebaut, der Weizen folgte den Römern auf ihren Eroberungszügen. Der Roggen aber wurde im Abendlande erst bekannt, als während der Völkerwanderung die Slaven und Hunnen aus ihrer Heimath im Osten hervorbrachen.

Vom Bekanntwerden der eßbaren Getreidekörner bis zur Bereitung unseres heutigen Brotes war aber noch ein weiter Schritt zu thun.

Anfänglich genoß man das Getreide roh. Ein wesentlicher Fortschritt war es, daß man die Körner in hölzernen Mörsern mit Holzkeulen zerkleinerte, und

aus diesem Pulver einen Brei (polenta) erzeugte [1]). Zur Erleichterung des Zermalmens wurden die Körner in der Regel vorher geröstet, indem man sie in heiße Asche oder auf erwärmte Steine legte. Bei dem dann folgenden Zerstoßen lösten sich die Hülsen leicht ab, man trennte diese durch Siebe von dem Mehlkern und pulverisirte letzteren weiter. Aus solchem Mehl bereiteter Brei bildete fast bei allen Völkern die erste Nahrung, die man durch Verarbeitung der Brotfrüchte erhielt. Der Brei wurde allmälig steifer gemacht, man kam zum Teig, der dann gebacken wurde, um die Nahrung für längere Zeit im Voraus bereiten und aufbewahren zu können. Die erste Form des Brotes war ein ungegohrenes Gebäck, ein dünner Fladen, den die Griechen meist aus Gerstenmehl bereiteten und mit Wasser angefeuchtet genossen. Bei den Griechen nannte man dieses Brot „μᾶζα“, bei den Römern „puls“. Noch heute essen einige Völker im Orient ein solches Gebäck; die Perser und Armenier benutzen solche Fladen zugleich als Unterlage für die Speisen und zum Abwischen der mit der Nahrung in Berührung gebrachten Finger. Interessant ist es, daß sich in den erwähnten Gegenden auch die Backmethode erhalten hat, welche die Alten bei der Bereitung dieser Fladen befolgten. Blümner giebt an, daß zum Backen ursprünglich topfartige Gefäße benutzt wurden, die ringsum mit kleinen Löchern versehen waren. In diese Töpfe brachte man den ausgebreiteten Teig und stellte sie dann in heiße Asche oder setzte sie ans Feuer. Genau so beschreiben die Correspondenten verschiedener Blätter, die sich während des letzten Krieges in Armenien aufhielten, das dort übliche Backverfahren. Der ausgewalzte Teig wird an der Innenwand größerer Töpfe ausgebreitet und dann der Topf erhitzt, bis der gebackene Teig sich loslöst und auf den Boden des Topfes fällt.

Neben diesem ungesäuerten Brote war aber von jeher gesäuertes Brot im Gebrauch, und zwar bei den Griechen und Römern fast durchweg aus Weizen bereitet. Wann und wo zuerst gesäuertes Brot hergestellt wurde, ist nicht zu ermitteln. Daß die Kunst den Teig durch Gährung zu lockern schon früh bekannt war, folgt aus der Mittheilung der Bibel, daß die Israeliten beim Auszuge aus Aegypten keine Zeit fanden, ihr Brot in dieser Weise zu behandeln, also jedenfalls gegohrenes und ungegohrenes Brot unterschieden.

Die Griechen und Römer kannten die Benutzung der Gährung zur Lockerung des Brotes ebenfalls. Als Gährungserreger verwendeten sie ein an der Sonne getrocknetes Gemisch von Kleie und gährendem (drei Tage alten) Most. Dieses Präparat ließ sich das ganze Jahr über aufbewahren und wurde gebraucht, indem man ein Stück davon im Wasser aufweichte, mit Mehl mischte und dieses Gemenge in den Teig knetete. Zu Plinius' Zeiten bewahrte man Sauerteig, wie bei uns, von einem Tage zum anderen auf.

Die Griechen unterschieden sehr verschiedene Arten von Brot, je nach der Bereitungsweise und den Zuthaten. Weniger reich sind die Bezeichnungen der

---

[1]) Hugo Blümner, Technologie und Terminologie der Gewerbe und Künste bei den Griechen und Römern. Leipzig 1874. — v. Bibra, Die Getreidearten und das Brot. Nürnberg 1860.



Brotsorten bei den Römern. Die Brote der Alten waren meistens rund und in vier Theile gekerbt, um das Zerbrechen zu erleichtern.

Die Bereitung des Brotes war in früheren Zeiten Aufgabe der Frauen oder der Sklaven. Eine Trennung der Geschäfte des Bäckers und des Müllers fand nicht statt. Das Korn wurde in primitiven Apparaten von denselben Menschen zermalmt, die von diesem Pulver Brot herstellten. In den Bäckereien in Pompeji fand man auch die Mühlen, die man zum Zerkleinern des Getreides benutzte. Die oben erwähnten Holzmörser wurden im Laufe der Zeit ersetzt durch Steine, zwischen denen die Körner zerrieben wurden. Bei der Handarbeit dienten zwei Steine, von denen der obere auf dem etwas ausgehöhlten unteren bewegt wurde. Die Mühlen in Pompeji haben eine eigenthümliche Einrichtung. Sie bestehen auch aus zwei Steinen. Der untere ist ein senkrecht mit der Spitze nach oben aufgestellter massiver Kegel, der obere besteht aus einer Röhre, welche an beiden Enden glockenartig erweitert ist. Die eine von diesen Glocken wurde über den massiven Kegel gestülpt. Die Steine sind so behauen, daß bei dieser Stellung die äußere Wand des Kegels und die innere Wand der Glocke einander parallel gegenüber stehen. Die vollen Flächen ließ man nicht mit einander in Berührung kommen, weil sonst die Reibung zu groß geworden sein würde, in der Mitte zwischen den beiden Glocken des Obersteines befand sich vielmehr eine durchlöcherte Metallplatte, die auf einem Zapfen auf der oberen Spitze des Untersteines ruhte. Mit Hülfe dieser Einrichtung konnte man den Abstand der Reibflächen der beiden Steine von einander reguliren. Die obere Glocke diente als Trichter zum Aufgeben des Getreides. In den ältesten Zeiten wurden diese Mühlen durch Menschen in Bewegung gesetzt, sehr häufig wurden Verbrecher dazu verwendet; später, als der Handwerksbetrieb der Bäcker mehr verbreitet war, spannte man Thiere an die Hebel, durch die der obere Stein auf dem unteren gedreht wurde. Wassermühlen kamen erst kurz vor Augustus' Zeit in Rom auf.

Schon früh muß man in diesen Mühlen Siebe benutzt haben, denn schon Plinius unterscheidet „siligo" (pollen, flos farinae, Blüthenmehl, feinstes Mehl) von „farina" (simila, similago, Mittelmehl), „farina secundaria" (cibaria, gröberes Mehl) und von „furfur" (Kleie).

Erst im Jahre 171 v. Chr. kam das Bäckerhandwerk auf, welches Brot in größerer Menge für den Verkauf bereitete; damals wurden zuerst in Italien Backöfen eingerichtet und zwar von eingewanderten Griechen. Die in Pompeji zum Theil noch mit Brot gefüllt gefundenen Oefen zeigen wesentlich die Einrichtung, die man heute noch den mit Holz geheizten einfachen Backöfen giebt. Bemerkenswerth ist es, daß man nach Blümner im Alterthume auf Reinlichkeit im Bäckerhandwerk großes, vielleicht übertriebenes Gewicht legte. Die Sklaven mancher Großen mußten beim Kneten des Teiges Handschuhe tragen und arbeiteten mit verbundenem Munde, damit der Hauch des Kneters nicht mit dem Teig in Berührung kam. Sculpturen an manchen Monumenten werden als Darstellungen von einfachen Knetmaschinen aufgefaßt.

Die Trennung der Geschäfte der Bäcker und Müller geschah erst sehr spät. Noch aus den „Instructionen für Bäckergesellen in Stuttgart" aus dem Jahre 1816 ist deutlich zu ersehen, wie die Bäcker die Mühlen benutzten, um für ihr

Geschäft das Mehl selbst herzustellen. Ja im badischen Schwarzwalde hat sich bis heute die Verbindung von Bäckerei und Müllerei erhalten. Dort haben noch heute die größeren Bauern eigene Mühlen und Backöfen, im Amtsbezirke Villingen sind die Bäcker fast durchweg zugleich Müller und sehr häufig auch Gastwirthe. Das Sichten des Mehles, die Trennung in verschiedene Qualitäten wurde bis vor ganz kurzer Zeit allgemein von den Bäckern vorgenommen.

Das Bäckergewerbe besitzt durch seinen mächtigen Einfluß auf die Ernährung der Menschen eine große sociale, fast möchte man sagen politische Bedeutung. Hungerndes Volk wird am leichtesten unzufrieden, fast alle Revolutionen begannen mit Krawallen vor Bäckerläden. Auf der anderen Seite kann es dann nicht Wunder nehmen, daß gerade das Brotbacken von jeher von der Obrigkeit genau controlirt und in bestimmte Gesetze eingeengt wurde, um eine regelmäßige Ernährung des Volks zu ermöglichen.

Von diesem Gesichtspunkte aus einen Blick auf die Geschichte der Bäckerei zu werfen bietet manches Interesse.

Bäckerinnungen existirten in den ersten tausend Jahren unserer Zeitrechnung in Deutschland[1]) nicht. In jener Zeit bereitete jede Haushaltung aus selbst geerntetem Korn ihr Brot selbst. Jedermann hatte das Recht, einen Backofen in oder neben seinem Hause zu errichten und darin für die Hausgenossen das Brot zu backen. Noch heute ist dieser Zustand auf dem Lande vielfach zu finden. In den Städten aber änderten sich die Verhältnisse bald.

In den größeren Höfen, den Burgen und den Niederlassungen geistlicher Orden, um die sich die Städte bildeten, wurde das Brot, sobald diese Beschäftigung den Händen der Frauen entnommen war, von Hörigen begleitet, die unter der Aufsicht von Hofmeyern, Hausmeistern, standen. Die geschickteren von diesen leibeigenen Handwerkern wurden, häufig nach öffentlicher Prüfung, zu Lehrern für die angehenden Gehülfen gemacht, sie wurden zu Magistern, Meistern, ernannt, welche die Herstellung der Waaren zu überwachen und zu leiten hatten. Diese Magistri lockerten allmälig das Verhältniß zu den Dienstherren, sie wurden selbständig, hatten nur eine Geldabgabe an die Herren zu entrichten. In alten Urkunden führen diese Handwerker den Namen „cives", aus ihnen bildete sich der Bürgerstand, sie waren die Gründer der Städte. Natürlich hatten diese Bürger noch harte Abgaben zu leisten, schwere Lasten zu tragen, aber ein Privilegium nach dem anderen wußten sie sich für geleistete Dienste von Kaiser und Reich zu erwirken, so daß etwa in der Mitte des 12. Jahrhunderts die Stadthandwerker so an Kraft und Ansehen gewonnen hatten, daß sie zu Corporationen zusammentraten, die ihre Rechte eifersüchtig wahrten und Antheil an den städtischen Rechten und Pflichten verlangten. Allerdings erließ schon Carl der Große Verbote gegen die Bildung von Gilden unter den Handwerkern, es ist aber jetzt nicht mehr festzustellen, welchen Zweck diese im 8. Jahrhundert auftretenden Verbrüderungen verfolgten; sie scheinen indessen verschieden gewesen zu sein von den

[1]) Bei Besprechung der deutschen Verhältnisse benutzte ich vorzugsweise H. A. Mascher's deutsches Gewerbewesen (Potsdam 1866), daneben einige Aufsätze und Auszüge von Chroniken, welche die Bäcker- und Conditorzeitung in neuerer Zeit brachte.

späteren Handwerksinnungen, welche in Deutschland im 12. Jahrhundert, wahrscheinlich nach dem Beispiele italienischer Städte, sich bildeten.

Die Bäcker haben aber nicht so schnell wie andere Handwerker die Bereitung ihrer Waare ausschließlich in ihre Hand bekommen. Wenn sie zunächst für den Gutsherrn und dessen Haushalt Brot backten, bereiteten neben ihnen noch viele Bürger selbst ihr Backwerk. Nicht jedes Hauses Localitäten eigneten sich indessen zu dieser Beschäftigung, die Feuergefährlichkeit ließ es unstatthaft erscheinen, Jedermann in der Stadt die Erlaubniß zu geben, einen Backofen zu unterhalten. So kam es zu einer eigenthümlichen Einrichtung, die der „Hausbäckerei". Die ackerbautreibenden Bürger stellten selbst aus ihrem Getreide Mehl und aus diesem Teig her, aber dieser Teig wurde von Hausbäckern weiter verarbeitet. In Eßlingen z. B. waren um das Jahr 1500 vier Hausbäcker angestellt, von denen jeder ein Pferd, einen Knecht und einen Karren halten mußte, um am Abend den Bürgern, welche backen wollten, den Knettrog ins Haus zu liefern und am anderen Morgen in demselben den Teig abzuholen und zum Ofen zu transportiren. Ganz bestimmte Zahlung erhielten diese Bäcker für ihre Arbeit. Sie hatten dann aber auch das Recht, ein- oder zweimal in der Woche für sich zu backen und das Brot zu verkaufen. Den übrigen Bäckern war es dort strenge verboten, für die Bürger Hausbäckerei zu besorgen, in anderen Städten, z. B. in Freiberg in Sachsen, existirten solche Hausbäcker nicht, da mußten die Bäckermeister den Bürgern auf Verlangen ihr Hausbrot backen.

Mit der Ausbildung der Gesetzgebung übernahm die Verwaltung des Gemeinwesens die Aufsicht über feuergefährliche Anlagen, es bildete sich bald das Backofenrecht aus, nach dem fast überall nur gegen bestimmte Abgaben an die Regierung ein neuer Ofen erbaut, ja selbst ein alter verändert werden durfte. Die Sorge vor Feuersgefahr ließ auch nur eine bestimmte Anzahl von Backöfen in der Stadt zu, bestimmte Häuser besaßen die Gerechtsame, Backöfen zu unterhalten, und ein neu eintretender Bäckermeister mußte vor allem ein solches Haus erwerben, in dem er sein Geschäft treiben konnte. Ja in manchen Städten scheint man so weit gegangen zu sein, die Backöfen in einem Hause, dem „Ofenhause", der „Pachstette" (Backstätte), zu vereinigen, die bei der engen Bauart der älteren Städte gewiß gerechtfertigt erscheint.

Eifersüchtig wachten die Mitglieder der Innungen über ihren Rechten. Nur die Inhaber der Backhäuser durften Brot verkaufen, mit großen Schwierigkeiten hatten Händler zu kämpfen, die von außen Brot auf den Markt bringen wollten. In Augsburg z. B. durften fremde Bäcker nur mit einspännigen Fuhren ihr Brot in die Stadt liefern, durften nur von Donnerstag Mittag bis Freitag Mittag ihr Brot feil halten, durften dasselbe nur auf dem Markte verkaufen, nicht hausiren. Weißbrot einzuführen war in Augsburg bei hoher Strafe verboten.

Bei Mangel an Brot konnte immerhin in dieser wenn auch sehr beschränkten Weise dem Uebel abgeholfen werden. Aber häufig kam es auch vor, daß durch Kriege, Belagerungen und große Epidemien die Anzahl der Bewohner in den Städten bedeutend abnahm, die berechtigten Bäcker machten sich dann starke Concurrenz. Auf längere Zeit im Voraus zu backen und eine beliebige Zeit zum Absatze der Waare abzuwarten, war den Bäckern nicht möglich, die beschränkte

Nachfrage hätte nur einer kleinen Anzahl von Bäckern volle Thätigkeit gestattet. Keiner wollte seine Gerechtsame verlieren, man nahm daher seine Zuflucht zu den eigenthümlichsten Beschränkungen in dem Betriebe der Bäckerei. Die Bäcker theilten ihre Arbeit, die einen stellten Schwarzbrot, die anderen Weißbrot her, sie mußten abwechselnd backen, durften nur eine bestimmte Menge Brot bereiten, durften in den einmal geheizten Ofen nur eine beschränkte Anzahl von Broten bringen. In Augsburg durfte kein Bäcker in der Woche mehr als 8 (später 10) Hitzen und eine Hitze Hausbrot backen, Morgens um 10 Uhr durfte kein Brot mehr im Ofen sein, vor Abends 10 Uhr durfte der Ofen nicht wieder geheizt werden, bei Licht durfte Niemand im Laden Brot feil halten, kein Bäcker durfte vom anderen Brot kaufen. Nur an ganz bestimmten Tagen durften dort feinere Backwaaren (Schmalzenbrot) gebacken werden. Zum Theil haben sich derartige Einrichtungen in kleineren Landstädten noch erhalten. So besteht an manchen Orten noch heute die Sitte des „Frischbackens“. Für den Sonntag versahen sich die meisten Familien mit gewöhnlich selbst bereitetem feinerem Brot, am Sonntage erschien es daher überflüssig, daß alle Bäcker frisches Brot herstellten, es genügte, wenn einer oder einige für den Sonntag arbeiteten. Die Pflicht, am Sonntage frisches Brot zu haben, ging unter den Bäckermeistern der Reihe nach herum; hohe Strafen wurden darauf gelegt, wenn ein Bäcker am Sonntage frische Waare hatte, ohne daß an ihm die Reihe war.

Schon früh wurde das Bäckerhandwerk in Bezug auf seine Producte bestimmten Vorschriften unterworfen. In verschiedenen Städten bestanden besondere Schauanstalten, in denen die Waaren geprüft wurden, ehe sie in den Handel kamen. Vielfach waren solche Einrichtungen unabhängig von der Regierung, selbständig von der Zunft getroffen. Sie trugen zur Vervollkommnung des Handwerkes so mächtig bei, daß nach dem Berichte des Ulmer Mönches Felix Faber um das Jahr 1500 die deutschen Bäcker im Auslande, namentlich in Italien, außerordentlich geschätzt waren. Der Preis des Brotes war einer Taxe unterworfen, welche gemeinschaftlich von Innung und Behörde festgesetzt wurde. In vielen Städten bestanden öffentliche Wagen, auf denen jeder Käufer das Gewicht des vom Bäcker gelieferten Brotes controliren konnte. Aus der Augsburger Chronik ist zu entnehmen, wie man seit dem 13. Jahrhundert den Preis des Brotes feststellte. Am 25. Juli (Jacobitage) jeden Jahres wurde von einer Commission, die aus zwei Bäckern und zwei anderen Bürgern bestand, ein Probebacken aus einem bestimmten, damals gebräuchlichen Mehlgemisch vorgenommen unter Verwendung des frischgeernteten Getreides. Diese Commission schätzte, taxirte dann das Brot, und der Preis, den sie festsetzte, mußte für das ganze Jahr bis zum nächsten Jacobitage die Grundlage für den Brotpreis bilden. Bei steigenden Getreidepreisen durfte nur in dem bestimmten Verhältniß der Preis des Brotes steigen. Die Bäcker mußten für diese Taxe Brot liefern, und wer in seinem Laden kein Brot feil bot, aber trotzdem Mehl im Hause hatte, der wurde streng bestraft. Im Laufe der Zeit änderte sich der Geschmack der Consumenten, andere Brotsorten wurden in größerer Menge verlangt, als früher, aber doch wurde statutengemäß der Preis stets nach der bestimmten nur noch wenig gebackenen Brotsorte normirt.

Oft genug mag es den Bäckern schwer geworden sein, diesen Bestimmungen zu genügen, wenn man bedenkt, wie leicht damals die regelmäßige Getreidezufuhr gestört werden konnte. Gegen Mitte des Jahres 1626 wurde z. B. in Bayern die Getreideausfuhr verboten, in Folge wovon die Bäcker der freien Reichsstadt Augsburg nicht im Stande waren, genügend Brot für den festgesetzten Preis zu schaffen. Vor einem Bäckerladen entstand in dieser Zeit der Noth ein solches Gedränge, daß eine Frauensperson erdrückt wurde. Erst nach langen Kämpfen, erst nach Androhung mit Beschwerde bei Kaiser und Reich, setzte es die Bäckerinnung von Augsburg im Jahre 1776 durch, daß eine neue Taxe für das Brot eingeführt wurde.

Der harten Zeit entsprechend drohten dem Bäcker auch die härtesten Strafen, wenn er seine Pflicht vergaß. Wer zu leichtes Brot lieferte oder gar eine Fälschung des Mehles durch fremde Substanzen vornahm, der wurde an Geld und Leib gestraft. 1412 ließ der Rath in Nürnberg einem Bäcker beide Ohren, dessen Frau ein Ohr abschneiden, weil sie den Armen zu kleines Brot verkauft hatten. Diesem Ehepaar wurde zugleich die Stadt „auf 20 Meilen“ verboten. Ihre Gesellen (Knechte) gingen auch schlecht aus. Zweien von ihnen wurde auch ein Ohr abgeschnitten, dem dritten aber wurde das heiße Schandeisen auf die Stirn gedrückt. Noch im Jahre 1771 verordnete die Obrigkeit in der freien Reichsstadt, „daß, wenn ein Bäcker Brot in schlechter Qualität oder unter dem bestimmten Gewichte gebacken oder ungebührlich auswärts verkauft oder sonstige Betrügereien begangen zu haben überwiesen werden sollte, derselbe auf den ersten Fall der Uebertretung nebst Confiscirung des Brotes mit einer Geldstrafe belegt, das zweite Mal aber ohne weitere Rücksicht öffentlich auf seinem Laden ausgestellt werden soll.“ Indessen war der Pranger noch nicht das Aergste, was den Bäcker treffen konnte. Noch in demselben Jahre 1771 wies der Rath der Stadt Augsburg das Gesuch der Bäcker ab, welche um Abschaffung der „Wippe“ oder der „Schopfe“ baten. Von der Einrichtung dieses Bäckergalgens giebt ein in dem Nationalmuseum in München aufbewahrtes Exemplar eine Vorstellung. Die Wippe bestand aus einem korbartigen an dem einen Ende eines horizontal aufgestellten Balkens befestigten Kasten, in welchem der zu strafende Bäcker zuerst öffentlich ausgestellt und dann wiederholt ins Wasser getaucht wurde. In anderen Städten wurde der zu strafende Bäcker an einen Pranger gestellt, der von einer Schmutzlache umgeben war und den er nicht verlassen konnte, ohne den Sprung in den Koth zu wagen, um dann unter dem Hohn der Zuschauer in seinem unsauberen Anzuge heimzugehen.

Wenn auch aus der Härte dieser Strafen sich deutlich ergiebt, daß damals die Gewissenhaftigkeit so allgemein war, daß man sich für berechtigt hielt, einen Verstoß gegen die Gesetze dauernd durch öffentliche Schande zu strafen, wenn man auch wünschen könnte, noch heute möchte die gleiche Gesinnung in den Geschäften maßgebend sein, die die Ernährung der Menschen zur Aufgabe haben, so kann man doch nur mit Freuden den bedeutenden Fortschritt betrachten, den die Humanität seitdem gemacht hat. Die Zünfte verloren, namentlich während der unaufhörlichen Kriege im 16. und 17. Jahrhundert, ihre innere Kraft, sie verloren ihre politische Bedeutung, gaben vielfach Rechte auf, um nur ihre Zunftgerechtsame

zu erhalten. In diesen starren Formen verknöcherte das Zunftwesen immer mehr, der Zunftzwang trat mit seinem Bestreben, alte überlebte Institutionen in seinem selbstsüchtigen Interesse auszubeuten, in immer schrofferen Gegensatz gegen die durch die neuen Verkehrsverhältnisse bedingte Beweglichkeit der menschlichen Gesellschaft, er mußte fallen. Die Gewerbefreiheit, die Freizügigkeit gaben bei uns dem Bäckergewerbe eine andere Gestalt. Jetzt kann z. B. im Großherzogthum Baden Jedermann nach Lösung eines Gewerbescheines Brot backen, so viel er glaubt verkaufen zu können, und von welcher Art er will, die Controle, welcher die Bäcker bei uns unterworfen sind, durch die sie im Wesentlichen nur gehalten werden, die Bestimmungen zu befolgen, die sie sich selbst auferlegten, wird Niemand mehr für eine Beschränkung der Thätigkeit des Einzelnen halten.

In kurzen Zügen die Geschichte eines Gewerbes in Deutschland zu schildern, ist sehr schwer. Bei der Zerrissenheit unserer Heimath in viele kleine Staaten, bei der Selbständigkeit selbst zahlreicher einzelner Städte, entwickelte sich jedes Handwerk in den verschiedenen Theilen des deutschen Reiches sehr verschieden, man kann nur Einzelheiten hervorheben, die in verschiedenen Zeiten den Zustand des Gewerbes charakterisiren.

Schon früh erhielten die Zünfte eine politische Bedeutung, einen Einfluß, den sie benutzten, um gegen Hemmung oder Störung ihrer Interessen anzukämpfen. Die Zünfte vertheidigten ihre Städte. Die Bürger der freien Städte traten aber auch schon früh zu großen Verbänden zusammen, die, wie z. B. die Hansa, den Handel nicht nur besorgten, regelten, sondern auch schützten.

Der Getreidehandel im Inlande scheint allerdings keine große Bedeutung gehabt zu haben, schlechte Ernten brachten in einzelnen Districten plötzlich Steigerung der Getreidepreise, gute Ernten eine rasche Entwerthung des Kornes hervor. Mascher giebt sehr interessante Tabellen über Getreidepreise, aus denen z. B. angeführt sein mag, daß in Thüringen das Erfurter Malter (etwa 13 preußische Scheffel oder 7 Hl) Roggen im 16. Jahrhundert durchschnittlich 5 fl. kostete, der Preis desselben von 1570 auf 1571 von 6 fl. bis über 20 fl. stieg, um im Jahre 1574 wieder die Durchschnittshöhe von 5 fl. zu erreichen. Solche Erscheinungen waren aber nur local, fast jeder District im deutschen Reiche brachte das zur Ernährung der Bewohner nöthige Getreide hervor, weiter Transporte auf mangelhaften Wegen bedurfte die Verproviantirung nicht. Deutschland war früher ein vorzugsweise ackerbau- und viehzuchttreibendes Land, es war daher im Stande, jährlich bedeutende Quantitäten von Getreide auszuführen. Jetzt ist Deutschland auch bei günstigen Ernten nicht mehr im Stande, den eigenen Consum an Cerealien zu decken, von Jahr zu Jahr nimmt die Einfuhr trotz der eigenen jährlichen Production von 260 Millionen Hectoliter Getreide zu, der Grund und Boden und die Bevölkerung werden immer mehr von der Industrie in Anspruch genommen.

Während [1]) noch in den Jahren 1834 bis 1843 an Roggen jährlich im Durchschnitt 841 688 Centner mehr aus- als eingeführt wurden, fand bereits in

[1]) Die folgenden Zahlen verdanke ich zum größten Theile der freundlichen Mittheilung des Herrn Dr. Deite in Berlin, der sie aus den verschiedenen Jahrgängen des Berliner städtischen Jahrbuches für Volkswirthschaft und Statistik entnahm.



den Jahren 1844 bis 1853 eine durchschnittliche jährliche Mehreinfuhr von 742 240 Centner und von 1854 bis 1863 eine solche von 2 404 880 Centner statt. Seitdem hat sich die Mehreinfuhr an Roggen so gesteigert, daß sie sich

1871	auf	5 240 983	Centner,
1872	„	9 554 380	„
1873	„	12 553 744	„
1874	„	15 700 000	„

belief.

Gleichzeitig mit dieser rapiden Zunahme der Einfuhr von Roggen nahm die Ausfuhr an Weizen ab. In den Jahren 1834 bis 1864 wurden durchschnittlich 4 500 000 Centner Weizen mehr aus= als eingeführt, seitdem sank die Mehrausfuhr mit Ausnahme von 1869, wo der Mehrexport nochmals die Höhe von 4 700 000 Centner erreichte. Die Mehrausfuhr an Weizen betrug:

1871	2 058 175	Centner,
1872	1 296 235	„

Seit 1873 trat Mehreinfuhr auch in Bezug auf Weizen ein und zwar:

1873	941 303	Centner,
1874	1 630 000	„

Aehnliche Verhältnisse finden sich im Handel mit Gerste und mit Hafer.

Die Einfuhr vom Auslande bedingte im Jahre 1873 die Zahlung von 160 Millionen, im Jahre 1874 von 180 Millionen Reichsmark. Zum größten Theile ersetzt Rußland das Fehlende, im Jahre 1877 hat auch Nordamerika viel Getreide in deutsche Häfen geliefert.

In Berlin betrug der mehlsteuerpflichtige Consum an Weizen und Roggen:

1871	b. einer Bevölkerung v.	826 341	Seelen	1744096	Ctr. oder pro Kopf u. Jahr	211 Pfd.
1872	„ „ „ „	877 685	„	1835977	„ „ „ „ „ „	209 „

Im Jahre 1873 berechnet sich der Consum an Mehl und Getreide auf 195 Pfund pro Kopf. 1876 waren in Berlin 849 selbständige Bäcker. Von diesen wird übrigens nicht alles in Berlin consumirte Brot geliefert. 1872 betrug z. B. die Einfuhr an Weizenbrot 7171 Centner, an Roggenbrot 206 407 Centner. Alle diese Zahlen umfassen den Consum durch das Militär nicht mit.

Nach einer sehr gefälligen Privatmittheilung des Herrn Roman Uhl in Wien werden in dieser Stadt durchschnittlich pro Jahr 2 360 000 Centner Mehl verarbeitet, und schätzt man dort den Consum an Brot pro Kopf auf $3^1/_2$ Centner jährlich. Innerhalb des Polizeirayons sind in Wien jetzt 650 Bäckereien in Betrieb.

Oesterreich=Ungarn producirt so viel Getreide, daß es jährlich noch bedeutende Mengen ausführen kann. In den Jahren 1872 bis 1876 betrug die jährliche Ausfuhr an Cerealien durchschnittlich 1 532 224 Centner (à 50 Kg), im ersten Halbjahr 1877 betrug der Export aus Oesterreich=Ungarn an Weizen 914 428 Centner (à 50 Kg).

In Berlin wie in Wien ist der Brothandel jetzt vollständig frei, Taxen bestehen nicht mehr. Jeder Bäcker muß in seinem Laden durch Anschlag bekannt

machen, zu welchem Preise er ein bestimmtes Gewicht Brot verkauft. Es ist in beiden Städten dem Handel vollständig überlassen, für die Verproviantirung der Stadt zu sorgen, irgend welche Vorsichtsmaßregeln gegen zu hohe Brotpreise sind nicht vorhanden.

Die Geschichte der Brotversorgung von Frankreich und namentlich von Paris hat eine ausgezeichnete Bearbeitung gefunden durch die Feder von Maxime Du Camp[1]). Bei Gelegenheit der Schilderung der Ernährung von Paris giebt er auch geschichtliche Daten über die Entwickelung der Bäckerei in Frankreich und in Paris. Ich kann es mir nicht versagen, wenigstens in großen Zügen eine Skizze dieser Verhältnisse zu geben, sind es doch gerade fast immer Brotkrawalle gewesen, die zu verschiedenen Zeiten in Paris die Revolutionen einleiteten, welche nachher ganz Europa erregten und denen wir manchen wichtigen Fortschritt verdanken.

Die Geschichte der Ernährung von Frankreich, sagt Du Camp, ist bis zum Anfang des neunzehnten Jahrhunderts buchstäblich eine Geschichte des Mangels, der Hungersnoth. Die absolute Herrschaft der Könige mit allen ihren Folgen, sowie die sehr ungleiche Fruchtbarkeit des Bodens in verschiedenen Gegenden brachte in Frankreich den entsetzlichsten Zustand hervor. Adel und Geistlichkeit waren von Abgaben befreit, der Handwerker, namentlich aber der Bauer, mußte die ganze Last des Staatshaushaltes tragen. Unendlich ist die Zahl der Abgaben, die der Bauer zu leisten hatte, für das Getreide hatte er oft mehr an Steuern zu entrichten, als der Werth desselben betrug. Wenn dann die Bevölkerung den Druck nicht mehr ertragen konnte, wenn sie Gewalt anwenden wollte, um sich die Gerechtigkeit zu verschaffen, die der König ihr versagte, dann war es wieder Gewalt, die das Volk niederwarf und es zwang, seine Arbeit wieder aufzunehmen.

Nirgends war die Noth größer, als in Paris. Diese Stadt konnte sich nicht selbst ernähren, sie war von jeher auf Zufuhr von außen angewiesen. Jede Provinz, jede Stadt aber erhob ihren Tribut von durchgehenden Waaren, die Wege waren in schlechtem Zustande, Kriege und Räuberwesen erschwerten jeden Verkehr. Bei den günstigsten Ernten in der Normandie oder im Osten von Frankreich konnte das Getreide nie bis in den Süden, der nicht selbst erntete, transportirt werden, Marseille und seine Umgebung bezogen z. B. die Brotfrucht stets über das Meer. Unter solchen Verhältnissen war gerade Paris häufig der bittersten Noth ausgesetzt. Mit Gewaltmaßregeln wollte man die Theuerung beseitigen. Im Jahre 1420 wurde der Preis eines Setier Getreide (1,59 Hl) von 8 auf 4 Franken durch Regierungsdecret herabgesetzt, und die Bäcker gezwungen, diesen Preis bei der Bestimmung von dem des Brotes zu Grunde zu legen. Die Folge davon war die Arbeitseinstellung Seitens der Händler, der Müller, der Bäcker, und Tausende von Menschen starben in Paris den Hungertod. Massenhaft suchte das Volk Rettung vor solchem Elende durch Auswanderung in die im Laufe des 15. Jahrhunderts entdeckten überseeischen Länder.

Heinrich IV. griff das Uebel an der Wurzel an; im Jahre 1595 befreite er den Getreidehandel von allen Abgaben. Aber nur kurze Zeit dauerte diese glückliche Periode. Richelieu, der dem Grundsatze huldigte, daß ein Volk um so

[1]) Paris, ses organes, ses fonctions et sa vie par Maxime Du Camp, Tom. II.



leichter zu leiten sei, je unglücklicher es sei, ließ 1663 die alten Zollgrenzen wieder errichten, und Ludwig XIV. erhielt diesen Zustand aufrecht durch harte Bestrafung jeder Uebertretung. Unter diesem „großen Könige“ wurde das Volk mehr als je belastet, es mußte das Geld für die immerwährenden Kriege schaffen; die zügellose Verschwendung des Hofes, die üppige Geistlichkeit und der habgierige Adel saugten das Volk vollständig aus. Als Ludwig XIV. im Jahre 1715 starb, hatte Frankreich trotz der vielen glücklichen Kriege eine Schuldenlast von 3500 Millionen Livres. Die Bauern kamen nach der Schilderung von Zeitgenossen in einen Zustand, der dem der Thiere ähnlich war.

Zwei Männer wagten es damals gegen das System aufzutreten und Vorschläge zu Verbesserungen zu machen, Boisguillebert in seinem Werke „Detail de la France“, und Vauban in seinem „Projet de dîme royale“. Der erstere wurde verbannt, Vauban's Schrift aber wurde 1707 mit Beschlag belegt und von Henkershand öffentlich verbrannt. Wenige Wochen nachher starb Vauban, er konnte den Schlag nicht ertragen.

Die Noth stieg aber so hoch, daß schon 1709 die Weiber von Paris auszogen, um in Versailles dem Könige ihre hungernden Kinder zu zeigen und Brot für dieselben zu fordern. Mit Gewalt wurde diese Procession zurückgedrängt. Das Parlament suchte Abhülfe zu schaffen durch das Verbot Kuchen zu backen und Stärke zu fabriciren. Dieser lächerliche Beschluß wird aber noch übertroffen durch die fast unglaubliche Hartnäckigkeit, mit der man an alten Bestimmungen festhielt. Die Bauern hatten, da die Brotfrüchte zu theuer waren, Gerste und Hafer gesäet, um wenigstens irgend ein Getreide zu erhalten. Doch kaum war die Saat aufgegangen, so erging ein Regierungsdecret, sie zu vernichten, weil das bestellte Land zur Cultur von Weizen bestimmt gewesen sei. Zum Glück wurde dieser Befehl nicht zu gewissenhaft ausgeführt, man behielt etwas von dem Korne übrig, aus dem man das lange berüchtigte Hungerbrot herstellte, das selbst am Hofe des Königs genossen werden mußte.

Jetzt suchte man doch nach ernstlicher Abhülfe, aber immer kam man auf Repressivmaßregeln. Dem Bauer wurde bei Todesstrafe verboten, sein Korn aufzubewahren, er mußte verkaufen, aber um jede Aufspeicherung von Getreide zu verhindern, durfte auch Niemand einen größeren Vorrath von Korn kaufen, als er gerade nothwendig gebrauchte. Natürlich war die Folge davon, daß die Bauern nur ihren Bedarf an Getreide zu erzeugen suchten, die Noth wuchs. Im Jahre 1764 wurde abermals der Getreidehandel freigegeben, aber nur, um im Jahre 1770 wieder die alte Beschränkung zu finden. Erst Turgot, der als Intendant der an Industrie reichen, aber unfruchtbaren Provinz Limousin während der Nothjahre 1770 bis 1771 die günstige Wirkung des freien Getreideverkehrs beobachtete, wollte als Finanzminister 1774 diese Wohlthat dem ganzen Lande zuwenden, er setzte die Befreiung des Getreides von Abgaben dauernd durch.

Da aber trat die überraschende Erscheinung ein, daß in verschiedenen Districten des Landes diese Freiheit nicht angenommen wurde, mit Gewalt suchte sich die Bevölkerung von Brie und der Normandie dem Getreidetransport zu widersetzen. Das festgewurzelte Vorurtheil und die Sorge, durch zu reichliche Abfuhr des Getreides in Noth zu kommen, können diesen Widerstand als motivirt

erscheinen lassen, der Hauptgrund aber lag darin, daß das Volk aufgestachelt wurde von Leuten, die einen großen Gewinn durch die alten Verhältnisse hatten.

Ludwig XIV. hatte gegen hohe Abgaben an Einzelne das Recht der Ausfuhr von Getreide verkauft. Diese Einrichtung blieb auch später bestehen, wurde aber in ausgedehnter Weise gemißbraucht. Bis in die höchsten Kreise hinein hatte eine Verbindung von Männern Mitglieder, die mit dem Getreide schändlichen Wucher trieben. Diese Gesellschaft war von dem Könige selbst sanctionirt und große Summen bezog schon Ludwig XV. aus diesem Geschäfte. Billig kaufte sie überall im Lande große Massen von Getreide auf, schaffte es nach Inseln an der englischen Küste und verkaufte es erst wieder, wenn der Preis in Frankreich den drei- bis vierfachen Betrag erreicht hatte. Wie Hohn klingt es, wenn in den Bestimmungen über dieses Geschäft noch die Vertheilung von jährlich 1200 Livres an die Armen vorgesehen wurde.

Ein Mann aus Beaumont, Leprévôt war sein Name, hatte sich die Acten dieser Gesellschaft, die nach ihrem Begründer „Compagnie Malisset“ genannt wurde, verschafft und wollte den ganzen Scandal enthüllen. Er verschwand plötzlich und wurde erst 1789 bei der Erstürmung der Bastille wieder befreit.

Turgot wurde durch diese Gesellschaft, die er indirect bekämpfte, gestürzt, und nach ihm wurden im Auftrage von Ludwig XVI. ähnliche Verträge im Jahre 1780 erneut, bis endlich im Jahre 1789 das Volk von Paris die Hauptheilnehmer an dem Geschäfte entlarvte und an die Laterne hängte.

Der harte Winter von 1789 brachte neue Hungersnoth. Das Volk, das seine Bedrücker niedergeworfen hatte, konnte bei dem freien Getreidehandel keinen Grund für dieses neue Elend finden. Es suchte Hülfe bei seinem Könige, und nur um Brot zu erhalten zogen die Weiber wieder nach Versailles, nannten sie doch die königliche Familie, die sie im Triumph nach Paris zurückführten, „le boulanger, la boulangère, le petit mitron“.

Die große Revolution, von der dieser Krawall den Anfang bildete, machte Frankreich zu einer Republik, aber die Republik erbte von der Monarchie den Hunger. Mit allen Mitteln suchten die verschiedenen Regierungen gegen denselben anzukämpfen, mit der größten Rücksichtslosigkeit griff man zu Gewaltmaßregeln, bald gegen die Bauern, bald gegen die Kornhändler, bald gegen die Bäcker. Man erneute bei hohen Strafen den Bauern das Verbot, Getreide nicht zu verkaufen, man verbot das Getreide zum Object der kaufmännischen Speculation zu machen, man beschränkte die Menge von Getreide und Mehl, die Jemand aufspeichern durfte, die Regierung legte selbst Kornmagazine an und verkaufte aus diesen um einen billigen Preis, man verbot die Bereitung von Luxusbrot, erließ ein Decret, nach dem nur eine Brotsorte, das „pain de l'égalité“, gebacken werden durfte ꝛc., erreichte aber natürlich durch diese Mittel nichts anderes, als früher die Monarchie. Die Bäcker hatten dabei den schwersten Stand. Die Machthaber einerseits behandelten sie stets wie Kornwucherer, belästigten sie stets mit allen möglichen kaum zu erfüllenden Vorschriften in ihrer Thätigkeit, das Volk andererseits wollte von den Bäckern Brot haben und belagerte Tag und Nacht ihre Läden. Von der Regierung so gut wie von dem Volke mußten die Bäcker manche Unbill ertragen, mancher Bäcker büßte in der Zeit der Aufregung sein Leben ein.

Der wahre Grund der großen Noth wurde erst allmälig erkannt und damit war das Hülfsmittel gegeben, sie zu bekämpfen. Der Kornhandel war von der Republik allerdings vollkommen frei gegeben, aber die Schwierigkeit des Transportes, der Mangel an Beweglichkeit des Handels bewirkte es trotzdem, daß noch im December 1792, zu einer Zeit, in der in Paris ein Hektoliter Weizen für 59 Franken zu kaufen war, dieselbe Quantität in verschiedenen Theilen von Frankreich, je nach der Fruchtbarkeit des Landes und je nach dem Zustande der Verkehrsmittel, einen Preis von 25 bis zu 97 Franken besaß.

Alle Versuche zu besprechen, die man machte, um diesem Uebel abzuhelfen, ist hier nicht der Ort, es wurde erst anders, als die Verkehrsverhältnisse, als der Handel geregelt wurde. Jetzt muß jeder Präfect in bestimmten Perioden des Jahres Bericht erstatten über den Stand der Saaten, den Fortgang der Vegetation, das Ernteergebniß ꝛc., und so kann man dafür sorgen, daß auch bei mangelhaften Ernten nirgends im Lande Mangel an Getreide eintreten kann.

Durch diese Freiheit im Handel mit Getreide und mit Mehl ist man jetzt im Stande, der Stadt Paris die kolossale Menge von Brot stets rechtzeitig zu bieten, die ihre Bevölkerung täglich genießt. Im Jahre 1868 wurden 11 137 192 Kg Getreide und 218 314 849 Kg Mehl nach Paris eingeführt. Abgesehen von kleinen Mengen von Brot, die aus den Departements nach Paris eingeführt wurden, stellten 1286 Bäckereien daraus 276 681 935 Kg Brot her, die in 1712 Läden verkauft wurden, so daß jedem Einwohner sein Bedarf von pro Jahr 151,5 Kg oder pro Tag 415,29 g Brot verschafft werden konnte.

Alles Getreide und alles Mehl, welches zu diesem Brote nöthig ist, tritt in Paris ein durch die „halle aux blés“, in der 12 Facteurs angestellt sind (4 für den Mehlhandel, 8 für den Getreidehandel), die den Verkauf der einlaufenden Waare besorgen, die den Producenten des In- und Auslandes Nachricht geben von dem Preise des Getreides, von den Bedürfnissen des Marktes ꝛc., die also Sorge tragen dafür, daß der Markt stets gehörig mit Getreide und Mehl befahren wird.

Der Betrieb der Bäckerei war in Paris bis in die letzten Jahre nicht vollständig frei. Es ist ganz interessant zu verfolgen, wie die Taxe sich in Paris allmälig gestaltete. In den ältesten Zeiten bestimmte ein besonderer Beamter, der Großbrotmeister (le grand panetier), den Preis des Brotes in ganz Frankreich. Später war es Sache der Municipalität, die Taxe des Brotes festzustellen, erst seit 1823 wurde jedesmal für 14 Tage der Preis des Brotes fixirt von Seiten des Polizeipräfecten, der dabei eine Commission zu Rathe zog, welcher auch zwei Syndici der Bäckerinnung angehörten. Zu diesem Preise mußten die Bäcker Brot verkaufen, sie durften den Laden nicht schließen, wenn sie nicht sechs Monate vorher dem Präfecten die betreffende Anzeige gemacht hatten, sie durften nur in ihren Läden verkaufen ꝛc. Durch Vertheilung der Bäckereien in Paris, so daß auf je 1800 Einwohner 1 Bäcker kam, suchte man gleichmäßig die Zufuhr von Brot in alle Stadttheile zu erleichtern.

Sehr früh schon hat man Bestimmungen getroffen, die eine plötzliche Brotnoth verhindern sollten. Im Jahre 1810 wurde jedem Bäcker die Auflage gemacht, einen seinem Verbrauch entsprechenden Vorrath von Mehl zu halten, den

er zum Theil in den Staatsmagazinen deponiren mußte. Dieser Vorrath mußte so groß sein, daß man die Bevölkerung bei Mangel an Zufuhr drei Monate mit Brot versorgen konnte.

Aber auch die Unzufriedenheit des Volkes durch zu große Schwankungen im Brotpreise suchte die Regierung von Napoleon III. zu vermeiden. Im Jahre 1853 und 1854 wurde eine Bäckercasse eingerichtet, die von dem Seinepräfecten verwaltet wurde, und welche in folgender Weise den Preis des Brotes ausglich. Die Casse war berechtigt 36 Millionen Franken durch Anleihe sich zu verschaffen. War nun die Ernte sehr reichlich ausgefallen, das Getreide, das Brot billig, so mußten die Bäcker doch zu einer bestimmten, nicht zu niedrigen Taxe verkaufen und mußten die Differenz zwischen dem wirklichen Werthe des Brotes und der erzielten Einnahme in die Casse abliefern. Sobald aber durch schlechte Ernte das Brot theuer wurde, durften die Bäcker nicht über eine bestimmte Taxe mit dem Brotpreise gehen, sie erhielten die durch den zu billigen Verkauf eingebüßte Summe aus der Casse vergütet.

Seit dem Jahre 1863 ist freilich dem Gesetze nach der Handel mit Brot in Paris vollständig frei gegeben, eine Taxe besteht nicht mehr, doch hat sich der Staat vorbehalten, bei zu hohen Brotpreisen wieder corrigirend einzugreifen. Als z. B. im Jahre 1867 der Preis für 1 Kg Brot über 50 Centimen stieg, hat der Seinepräfect die Bäckercasse wieder ins Leben gerufen, um dem Volke billigeres Brot verschaffen zu können. Im Jahre 1872 wurde diese Casse definitiv aufgehoben.

Nach Mittheilungen von Block[1]) stimmt in Frankreich die Menge des geernteten Weizens in mittleren Jahren überein mit der des consumirten. Nach guten Ernten kann dieses Land eine geringe Menge von Weizen ausführen, nach schlechten Ernten aber muß Getreide importirt werden. Man verarbeitet jährlich in Frankreich 5 175 000 000 Kg (76 000 000 Hl) Weizen auf Brot, d. h. pro Kopf der Bevölkerung jährlich 143,7 Kg (2,11 Hl), täglich 393 g. Außerdem werden noch kleine Mengen von Roggen, Mais und Kartoffelstärke verbacken, so daß der Verbrauch an Brot pro Tag und Kopf der Bevölkerung zu durchschnittlich 409 g berechnet wird.

In England war in früheren Zeiten Brot aus Hafer und Gerste das allgemein übliche, noch im Jahre 1626 erließ Carl I. das Gebot, daß das gewöhnliche Volk nur Gerstenbrot genießen sollte. Aber schon in der Mitte des letzten Jahrhunderts war in England der Consum von Weizen auf nahezu zwei Millionen Quarter (à 2,91 Hl) pro Jahr gestiegen, und heute ist weißes Weizenbrot fast die einzige Brotnahrung der Engländer.

Die hervorragende Bedeutung Englands als Industriestaat ließ schon ziemlich früh das im Lande gebaute Korn nicht genügen zur Herstellung des Brotes, schon früh war man auf Einfuhr vom Auslande angewiesen. Aber erst gegen die Mitte des laufenden Jahrhunderts wurden diese Verhältnisse so geregelt, daß man

[1]) Statique de la France comparée avec les divers pays de l'Europe par Maurice Block. Deuxième édition, tome second. Paris 1875. Guillaumin et Comp.

dauernd auf billiges Brot in England rechnen konnte. Es ist sehr lehrreich, den Kampf etwas näher zu verfolgen, den die Bevölkerung dort durchführen mußte, um in Bezug auf die Brotnahrung nicht mehr von der Willkür einer unverhältnißmäßig kleinen Anzahl von Grundbesitzern abhängig zu sein. Dieser um die Mitte des neunzehnten Jahrhunderts durchgefochtene Streit zeigt, daß allein unwandelbares Festhalten an als richtig erkannten Forderungen, daß der standhafte Volkswille zur Beseitigung von eingewurzelten Vorurtheilen, von unbilligen Vorrechten führt, ohne daß das Volk nöthig hat, den gesetzlichen Weg zu verlassen und mit Gewaltmaßregeln seine Gegner zu bekämpfen.

Bei der Schilderung der Wandlungen im englischen Kornhandel benutzte ich vorzugsweise A. Beer's Geschichte des Welthandels und John Prince Smith's Werk über die englische Tarifreform.

Gegen Ende des 17. Jahrhunderts belief sich nach Macaulay [1]) die Anzahl der Grundeigenthümer in England auf 160 000, welche mit ihren Familien nahezu $^1/_7$ der Gesammtbevölkerung repräsentirten. Im Laufe des 18. Jahrhunderts nahm die Zahl dieser bäuerlichen Grundbesitzer immer mehr ab, und während der Continentalkriege gingen sie fast ganz zu Grunde. Im Jahre 1816 gab es nur noch 32 000 Grundbesitzer. Durch die Entwickelung der Industrie am Ende des letzten und im Anfange des laufenden Jahrhunderts war eine bedeutende Anhäufung von Capital in den Händen Einzelner eingetreten. Diese reichen Capitalisten wandten ihr Geld der Landwirthschaft zu, da die Bodenproducte durch schlechte Ernten, Ausfuhrprämien und prohibitive Gesetze fortwährend im Preise stiegen und die Verwerthung von Capitalien in der Landwirthschaft sehr lohnend machte. Im Jahre 1831 war es dahin gekommen, daß es in Wales und England nur noch 7200 Grundbesitzer gab und unter diesen nur 600 reiche. Die bisherigen Eigenthümer der Grundstücke sanken zu Pächtern, manche selbst zu Tagelöhnern herab.

Für den Ackerbau selbst war diese Zufuhr von Capital sehr fördernd. Die Vereinigung des Grundbesitzes in wenige Hände wurde zum Theil dadurch unschädlich gemacht, daß sie die sehr intelligente Classe der Pächter hervorbrachte. Große Landstriche wurden von Oberpächtern gemiethet und diese theilten das Ackerland wieder an Unterpächter aus. Die Pächter von größeren Gütern suchten den Ertrag durch alle Mittel zu heben, die rationelle Düngung und Viehzucht, die Einführung von Maschinen ging gerade von ihnen aus, und die Pächter von kleineren Gütern mußten ihnen folgen, um die Concurrenz aushalten zu können.

Von sehr schädlichem Einfluß war aber die Vereinigung des Grundbesitzes in die Hände von wenigen Capitalisten in Bezug auf den Preis der Brotfrüchte in England. Es war das Streben der englischen Regierung, durch die Gesetzgebung den Ackerbau zu schützen und zu heben. Man belohnte die Ausfuhr mit Prämien, verbot unter bestimmten Verhältnissen die Einfuhr 2c. Die Prämienvertheilung fiel aber im Laufe der Zeit fort, England wurde trotz der eifrigen Pflege des Ackerbaues in Folge der Zunahme der Fabrikbevölkerung bald ein korneinführendes Land. Besonders nach der Beendigung des amerikanischen

---

[1]) History of England, Tom. I, ch. 3.

Krieges überstieg die Einfuhr die Ausfuhr alljährlich um ein Beträchtliches, und seit dem Jahre 1790 konnte England selbst bei sehr günstigen Ernten kein Getreide ausführen, sondern bedurfte stets bedeutender Zufuhr.

Die steigende Einfuhr erschien den Grundbesitzern als eine Schädigung ihrer Interessen, sie verlangten und erhielten auch von der Regierung Schutz durch Erhöhung des Einfuhrzolles. Im Jahre 1791 wurde bestimmt, daß die Einfuhr von Weizen gegen einen Zoll von 6 d. pro Quarter geschehen dürfe, wenn der Preis dieses Getreidequantums auf 55 sh. stände, das bei dem Preise von 50 bis 54 sh. der Zoll 2 sh. 6 d. betragen solle, und daß bei einem Preise des Weizens unter 50 sh. pro Quarter ein Zoll von 24 sh. 3 d. zu erheben sei. Dieser Zoll war für gewöhnliche Verhältnisse einem Einfuhrverbot gleichzuachten. Praktischen Werth besaß übrigens dieses Gesetz nie, denn die Kriegsjahre, die die französische Revolution mit sich brachte, bewirkten eine enorme Steigerung der Getreidepreise, am Ende des letzten Jahrhunderts kostete der Quarter Weizen 120 sh. Diese hohen Preise veranlaßten viele Capitalisten, ihr Vermögen dem Ackerbau zuzuwenden, neue Strecken Landes wurden urbar gemacht. Als aber im Anfange unseres Jahrhunderts einige gute Ernten den Preis des Getreides rasch zum Sinken brachten, da war es kaum möglich, die weniger fruchtbaren Landstriche zu cultiviren, die Ackerwirthe forderten Aenderung der Korngesetze, Erhöhung der Einfuhrzölle zum Schutze der einheimischen Cultur. Doch die Continentalsperre, der wieder entbrannte Krieg trieben den Preis des Weizens im Jahre 1812 bis auf 155 sh. Dann aber sank der Preis sehr rasch, Ende Juli 1814 kostete ein Quarter nur 66 sh. 5 d. Jetzt glaubte das Parlament im Interesse der Landwirthschaft einem weiteren Sinken des Getreidepreises durch Gesetze entgegen treten zu müssen, man erhöhte 1815 den Zoll auf Getreide so, daß dessen Einfuhr unmöglich wurde, wenn nicht der Preis des Quarters 80 sh. betrug; selbst aus den englischen Colonien in Amerika wurde Einfuhr von Weizen erst gestattet, wenn der Durchschnittspreis pro Quarter auf 67 sh. stand. Ein abermaliges Sinken des Getreidepreises führte auf der einmal beschrittenen Bahn weiter, um so mehr, als ja im Parlament gerade die Grundbesitzer Sitz und Stimme hatten. Im Jahre 1820 wurde die Einfuhr von Weizen ganz verboten, wenn der Preis des Quarters unter 70 sh. lag, bei einem Preise von 70 bis 80 sh. war Einfuhr unter hohem Zoll möglich, erst wenn pro Quarter 85 sh. gezahlt werden mußten, war die Einfuhr gegen einen Zoll von 1 sh. gestattet.

Gegen dieses harte Gesetz erhoben die Vertreter des Handels und der Industrie Klagen. Die Erträgnisse der Ernten reichten nicht aus zur Ernährung des Volkes, es mußte Getreide eingeführt werden und die ganze Bevölkerung mußte hohe Preise zahlen im Interesse der kleinen Anzahl von Grundbesitzern. Im Jahre 1828 gelang es dem Ministerium nach heftigen Debatten im Parlament das Gesetz durchzubringen, nach dem der Getreidezoll ermäßigt wurde. Der Zoll wurde jetzt in gleitender Scala festgesetzt, die sich nach dem Preise des Getreides richtete. Bei einem Preise eines Quarters

unter 51 sh.	betrug	der	Zoll	36 sh.	8 d.
von 52 „	„	„	„	35 „	8 „
„ 66 „	„	„	„	20 „	8 „
„ 68 „	„	„	„	18 „	8 „
„ 69 „	„	„	„	16 „	8 „
„ 73 „	„	„	„	1 „	— „

Doch auch dieses Gesetz befriedigte nach keiner Seite. Die Ackerwirthe beklagten sich, als in den Jahren nach 1830 die Preise noch fielen (1830 auf 75 sh., 1836 auf 36 sh.), über die Erleichterung der Einfuhr, und als die Jahre 1838 bis 1842 ungünstige Ernten hervorgebracht hatten, war bedeutende Einfuhr nöthig, die durch das obige Gesetz zum Nachtheile der Consumenten gehemmt wurde. In der Sitzung des Parlaments vom Jahre 1842 brachte Peel noch einmal ein Gesetz über Kornzoll durch, welches indessen nur eine Modification des Gesetzes von 1828 war. Das Princip der gleitenden Zollscala wurde aufrecht erhalten, aber der höchste Zoll sollte nur 20 sh. betragen, bei einem Getreidepreise von 51 sh. sollten 19 sh., bei 55 sh. nur 17 sh., bei 69 sh. nur 5 sh. bezahlt werden ꝛc.

Das war der letzte Versuch der englischen Regierung die Einfuhr von Getreide im Interesse der englischen Grundbesitzer zu erschweren. Auch diese Maßregel wurde indessen von allen Seiten bekämpft. Der toryſtische Grundbesitz sah in dem neuen Gesetze einen Verrath seiner Interessen durch die Regierung, die Whigs und die Mehrzahl der Consumenten hielten die Erleichterung des Getreidehandels für unzureichend. Das Gesetz vom Jahre 1842 war demnach nicht dazu angethan, eine schon im Jahre 1839 entstandene Bewegung im Volke zu beruhigen, welche alle Gesetze über den Kornhandel beseitigen wollte und die nach harten Kämpfen 1846 wirklich zum Ziele führte.

Im August des Jahres 1839 unternahm es ein Dr. Binney vor einer Arbeiterversammlung in Bolton die Korngesetze zu besprechen. Er fand keinen Beifall, wurde von der Rednertribüne vertrieben. Ein anderer Theilnehmer an der Versammlung aber setzte den Vortrag fort und fand solche Anerkennung, gewann seine Zuhörer so für die freien Anschauungen, daß man von diesem Tage die Agitation gegen die Korngesetze datiren kann. Bowring und J. B. Smith standen an der Spitze der Bewegung. Letzterer namentlich und Paulton unternahmen Reisen in verschiedene Fabrikdistricte und verbreiteten durch beifällig aufgenommene Vorlesungen das Interesse für die Agitation. Smith stellte als Mitglied der Handelskammer in Manchester in dieser Versammlung den Antrag, man solle eine Adresse an das Parlament richten, um Beseitigung der Korngesetze zu verlangen. Acht Tage dauerte die heftige Debatte über diesen Antrag, er fand aber die Majorität, und Richard Cobden, der von dieser Zeit an in Gemeinschaft mit Bright die Leitung der Bestrebungen für Freihandel übernahm, wurde mit der Abfassung der Bittschrift beauftragt. Auch in anderen Städten waren derartige Beschlüsse gefaßt und Delegirte von allen Theilen des Landes überbrachten die mit 10 000 Unterschriften versehene Petition nach London. Beide Häuser des Parlaments lehnten die Berathung der Petition ab.

Die Delegirten der Associationen suchten nun andere Wege, um zu ihrem Ziele zu kommen. Es kam zunächst darauf an, die grundbesitzlosen Träger der Industrie, die Bürger, die Kaufleute und Handwerker für die Idee des Freihandels zu gewinnen. Cobden schlug vor, man sollte eine Verbindung der Städte Englands gegen die grundbesitzende Aristokratie gründen, und diese Vereinigung trat in der That unter dem Namen der „Anti-corn-law-league", die zuerst ihren Sitz in Manchester hatte, ins Leben. Freiwillige Beiträge wurden gesammelt, die Geldmittel steigerten sich von Jahr zu Jahr. 1841 waren 10 000 Pfund, 1843 50 000, später jährlich 250 000 Pfund Sterling zusammengekommen. So war es möglich, durch Versammlungen, Vorträge und Zeitschriften zu wirken. Eine Zeitung, die den Namen die Vereinigung trug, wurde jeden Sonntag in 20 000 Exemplaren vertheilt, in zahllosen Flugschriften wurde die Schädlichkeit der Korngesetze nachgewiesen. Wanderlehrer zogen von District zu District, um immer neue Anhänger der Liga zu werben. Selbst die Religion wurde zu Hülfe gerufen, eine Versammlung von Geistlichen aller Secten erklärte die Besteuerung des Brotes für gottlos. Immer zahlreicher waren die Versammlungen besucht, die man hielt, in Manchestet war man gezwungen, einen großen Saal, die „Free-trade-hall", zu erbauen, um 10 000 Menschen die Theilnahme an der Versammlung zu gestatten.

So wurde die Liga allmälig eine öffentliche Macht, im Jahre 1844 wurde sie von der „Times" als solche anerkannt. Man begann die Liga zu fürchten. Dieser Verein, der sich gebildet hatte, um ein Gesetz zu Fall zu bringen, regte die großen Massen auf, man war in Sorge, daß die Agitation zu offenem Aufruhr führen könnte. Aber streng in der gesetzlichen Bahn bewegte sich die Liga. Unaufhörlich gingen Petitionen über Petitionen an das Parlament, um dieses für die neuen Bestrebungen empfänglich zu machen, aber man suchte auch in das Parlament Männer zu bringen, welche dem Freihandel ergeben waren, die Wahlversammlungen wurden von den Aposteln der Liga geleitet, man bot alles auf, um möglichst viele Anhänger des Freihandels in den Wahlen durchzubringen. Im Jahre 1845 zählte der Verein seine Mitglieder nach Millionen, und Cobden konnte erklären, daß die Liga, die zunächst gegen die Korngesetze gerichtet gewesen sei, jetzt den Freihandel im weitesten Sinne des Wortes zu ihrem Ziele gemacht hätte. Die Mehrheit der Mittelclassen in England war während des siebenjährigen Bestehens der Liga für diese gewonnen.

Im Jahre 1845 fand die Vereinigung noch einen mächtigen Alliirten in der Kartoffelkrankheit. Diese bis dahin unbekannte Plage drohte mit der Vernichtung der hauptsächlichsten Nahrung des Volkes. Auch die Kornernte war schlecht ausgefallen. In Irland forderte eine furchtbare Hungersnoth zahlreiche Opfer, man mußte erwarten, daß die Noth über ganz Großbritannien sich ausbreite. Die Liga benutzte diese Verhältnisse, um sofortige Oeffnung der Häfen, sofortige Freilassung des Kornhandels zu verlangen. Peel erkannte die Nothwendigkeit, daß etwas geschehen müsse, er wollte dem Parlament die Entscheidung überlassen. Während er sich aber vergebens bemühte, im Cabinet über die Stellung der Regierung gegenüber den Forderungen der Liga Einigung zu erreichen, trat der Führer der Whigs, J. Russell, öffentlich für die Grundsätze der Freihändler auf und

verlangte sofortige Berufung des Parlaments. **Peel** trat am 10. Decbr. 1845 zurück, **Russell** wurde mit der Bildung eines neuen Ministeriums beauftragt. Es gelang diesem aber nicht, ein Cabinet zu Stande zu bringen, schon am 20. Decbr. gab er seine Mission zurück und **Peel** wurde wieder an die Spitze eines Ministeriums gestellt, in das die Mitglieder des früheren Cabinets, die gegen den Freihandel gestimmt hatten, nicht wieder eintraten.

Am 19. Januar 1846 wurde das Parlament eröffnet. **Peel** bekannte sich in den Sitzungen offen für Freihandel. Speciell alle Lebensmittel bis auf Getreide sollten sofort zollfrei nach England eingeführt werden können, für das Getreide sollte bis 1849 eine niedere gleitende Zollscala in Kraft bleiben, aber vom 1. Februar 1849 an sollte die Getreideeinfuhr ganz frei sein. Die heftigsten Debatten folgten der Vorlage dieses Gesetzes, am 16. Mai fand das neue Gesetz bei der dritten Lesung im Unterhause 329 Anhänger und 231 Gegner, es war also mit einer Majorität von 98 Stimmen angenommen. Als das Oberhaus nachher noch Widerstand leisten wollte, deutete Lord **Wellington** darauf hin, „daß es für das Oberhaus besser sei, die Bill anzunehmen, als sie sich von der Königin und vom Unterhause aufnöthigen zu lassen", und in Folge davon wurde die Kornbill auch von dieser Corporation angenommen.

Am 26. Juni 1846 erhielt die Bill Gesetzeskraft, auf ganz gesetzlichem Wege hatte das englische Volk es erreicht, den Preis seines Brotes nicht mehr von dem Interesse einiger Großgrundbesitzer abhängig zu sehen. Die wohlthätigen Folgen dieser Befreiung blieben nicht aus. Während die Einfuhr an Getreide in den Jahren 1840 bis 1846 durchschnittlich 1·8 Millionen Quarter betrug, stieg dieselbe nach Aufhebung des Zolles in den Jahren 1849 bis 1857 auf durchschnittlich 8·88 Millionen Quarter. Während im Jahre 1846 der Quarter Weizen durchschnittlich 54 sh. 8 d. kostete, war er 1849 für 44 sh. 3 d., ja 1851 für 36 sh. 6 d. zu kaufen. Wie sehr England bei der dichten Fabrikbevölkerung auf Getreideeinfuhr angewiesen ist, ersieht man daraus, daß in dem Jahre 1877 bei einer allerdings sehr schlechten Ernte, von den etwa 23 100 000 Quarter Getreide, die England jährlich bedarf, nur 9 bis 10 Millionen Quarter auf englischen Aeckern geerntet sind, daß also in diesem Jahre allein eine Einfuhr von 13 Millionen Quarter erforderlich ist. Besonders Amerika liefert an England einen Theil seines Ueberflusses ab, in neuester Zeit treten aber auch Bestrebungen hervor, um die Kornschätze von Indien bei guten Ernten für England nutzbar zu machen. In England wird fast ganz allein weißes Weizenbrot genossen. Bei einer Bevölkerung von rund 33 000 000 Seelen consumirt Großbritannien jährlich 66 930 000 Hl Weizen, also pro Kopf der Bevölkerung nahezu 2 Hl oder 136 Kg.

Noch weiter die Entwickelung des Getreidehandels in anderen Culturstaaten zu verfolgen, würde hier zu weit führen, es mögen nur schließlich noch einige Zahlen mitgetheilt werden, welche einem Aufsatze von F. X. **Neumann** in der statistischen Monatsschrift [1]) entnommen sind.

---

[1]) Aus dem Handelsblatte der Frankfurter Zeitung vom 10. August 1877.

Die sämmtlichen wichtigeren Getreideländer der Welt zusammen liefern in Mitteljahren eine Totalernte von etwa 2400 bis 2450 Millionen Hectoliter Getreide. Oesterreich-Ungarn liefert davon 170 Millionen Hectoliter oder 7 Proc., Rußland 653 Millionen Hectoliter oder 27 Proc., die Vereinigten Staaten von Nordamerika 537 Millionen Hectoliter oder 22 Proc., Deutschland 260 Millionen Hectoliter oder 11 Proc., Frankreich 242 Millionen Hectoliter oder 10 Proc. Mehr als den eigenen Bedarf (5,5 Hl pro Kopf der Bevölkerung [1]) erzeugen von europäischen Ländern regelmäßig Rumänien, Dänemark, Rußland, Preußen, Frankreich, Ungarn, Bayern und Schweden, alle anderen Staaten produciren weniger und sind daher auf Einfuhr angewiesen.

[1]) In dieser Zahl ist außer dem zur Brotbereitung verwendeten Getreide auch die zur Viehfütterung und zu technischen Zwecken verbrauchte Quantität inbegriffen.

Das Mehl.

Das wichtigste Rohmaterial für die Herstellung von Brot ist das Mehl. Für die Brotbereitung werden fast ausschließlich die Mehle von Weizen und Roggen benutzt, in kleinen Mengen, meistens nicht für sich, sondern als Zusatz zu Weizen- und Roggenmehl, findet auch Mehl von Mais, Reis, Hafer, Gerste, Bohnen ꝛc. Verwendung. Um die bei der Brotbäckerei besonders benutzten Eigenschaften der verschiedenen Mehlsorten verstehen zu können, ist es nothwendig, sich klar zu werden über die morphologische und chemische Beschaffenheit der Getreidekörner, es muß betrachtet werden, welche verschiedenen Bestandtheile des Kornes in das Mehl eingehen, diesem die charakteristischen Eigenschaften ertheilen.

Weizen.

Der Weizen wird in der bei weitem größten Menge von allen Getreidearten zur Brotbereitung benutzt. Er soll deshalb hier zuerst und eingehend betrachtet werden, bei der Besprechung der übrigen Mehlfrüchte kann dann häufig auf die Angaben beim Weizen verwiesen werden.

Die Gattung Weizen (triticum) wird in sehr verschiedenen Arten cultivirt. Metzger unterscheidet eigentliche Weizen (frumenta) von Dinkel, Spelt (speltae). Beide unterscheiden sich von einander dadurch, daß bei ersteren die Spindel nicht zerbrechlich ist, während die letzteren eine sehr spröde Spindel haben, die schon bei geringer Biegung zerbricht. Die eigentlichen Weizen lassen bei der Reife das Korn aus den Spelzen fallen, beim Dreschen des Getreides werden also die Körner leicht isolirt, während bei den Dinkeln die Körner auch bei der Reife von den Spelzen so fest umhüllt bleiben, daß zur Isolirung der Körner, die unter der Bezeichnung „Kern“, „Kernen“ im Handel gehen, eine besondere Operation, das Schälen, Auswalken, Ausgerben, nöthig ist.

Die beiden Hauptabtheilungen der Weizenarten umfassen nun jede eine größere Anzahl von Unterarten. Von den eigentlichen Weizen unterscheidet man:

1. Gemeinen Weizen (triticum vulgare),
2. Englischen Weizen (triticum turgidum),
3. Bartweizen oder Glasweizen (triticum durum),
4. Polnischen Weizen (triticum polonium).

Von den Dinkelweizen sind folgende Arten anzuführen:

1. Spelt (triticum spelta),
2. Emmer, Amelkorn (triticum amylea),
3. Einkorn, Pferdedinkel, Blicken (triticum monococcum).

Botanisch unterscheiden sich diese Unterarten von einander durch die Gestalt der Aehre, durch das Fehlen oder Vorhandensein von Grannen, durch die Länge derselben, durch die Form der Körner, durch die Gestalt der die Körner umschließenden Klappen, durch die Farbe der Aehren, Körner u. s. w. Darauf oder gar auf die Unterschiede der von jeder der oben angeführten Unterarten wieder vorkommenden zahlreichen Varietäten (England hatte auf die Wiener Ausstellung 212 verschiedene Weizensorten geliefert) einzugehen, ist hier nicht der Ort. Es sei nur erwähnt, daß für Deutschland von den Weizenarten der gemeine und der englische Weizen die größte Bedeutung haben, daß beide als Winter- und Sommerfrucht gebaut werden, während der Bartweizen nur als Sommerfrucht, der polnische Weizen endlich nur in wärmeren Klimaten cultivirt wird. Von den Dinkelweizen werden zur Brotmehlbereitung fast nur der Spelt und der Emmer verwendet, welche beide vorzugsweise in Süddeutschland und zwar als Winterfrucht gebaut werden, während das Einkorn besonders zur Fabrikation von Graupen und Kochmehl benutzt wird. Dinkelmehl wird selten, wohl nur in ländlichen Haushaltungen, für sich zur Brotbereitung verwendet, es liefert ein zu schnell trocknendes, unansehnliches Brot, meistens wird es mit Weizenmehl gemischt; eine solche Mischung liefert Brot von größerer Lockerheit, als das Weizenmehl für sich.

In der Praxis unterscheidet man die Weizensorten auch nach der Härte ihrer Körner als weich, halbhart und hart. Das Aussehen der Bruchfläche beim Zerbeißen oder Zerklopfen von Weizenkörnern läßt diese Arten des Weizens leicht erkennen. Die weichen Weizen haben ein weißes, mehliges Innere, sie liefern das weißeste Mehl und lassen sich auch am leichtesten vermahlen. Die harten Weizen dagegen erscheinen auf der Bruchfläche hornartig, gelb gefärbt, sie lassen sich schwer in Mehl verwandeln und liefern beim Vermahlen kein sehr weißes Mehl. Die halbharten Weizensorten, von denen die weißen dem weichen Weizen nahe stehen, während die röthlich gefärbten mehr dem harten Weizen ähnlich sind, erlauben beim Vermahlen leicht eine Trennung der Kleie von Mehl und liefern ein gutes, weißes Mehl. Weicher, mehliger Weizen besitzt nach v. Bibra[1]) das specif. Gew. 1,30 bis 1,43, von ihm wiegen 100 Körner 2,5 bis 7,0 g; dagegen beträgt das specif. Gew. von hartem, glasigem Weizen 1,32 bis 1,54 und 100 Körner von ihm besitzen ein absolutes Gewicht von 2,95 bis 7,45 g.

Was die chemische Zusammensetzung des Weizenkornes betrifft, so ist von vornherein darauf aufmerksam zu machen, daß die Bestandtheile in dem Korne durchaus nicht in einem homogenen Gemenge vorkommen. Weiter unten wird bei der Betrachtung der Verschiedenheit der aus dem Korne zu ermahlenden Mehlsorten noch näher von der Structur des Weizenkornes die Rede sein, hier mag nur erwähnt werden, daß man vier Theile an einem solchen Korne unter-

[1]) Die Getreidearten und das Brot von v. Bibra. 2. Aufl. Nürnberg 1861.

scheiden kann. Eine wesentlich aus Cellulose bestehende äußere Haut umgiebt zunächst eine an Eiweißstoffen sehr reiche Schicht, diese umhüllt wieder den eigentlichen Mehlkörper; außerdem ist noch der zwischen der Eiweißschicht und dem Mehlkörper seitlich liegende Keim zu nennen.

Abgesehen von dieser Structur des Weizenkornes enthält dasselbe folgende Classen von Substanzen:

1. Wasser,
2. Stickstofffreie organische Substanzen,
3. Stickstoffhaltige organische Substanzen,
4. Mineralische Körper.

1. Der Wassergehalt der Weizenkörner schwankt zwischen 11 und 13 Proc. Derselbe besteht aus hygroskopischer Feuchtigkeit und ist abhängig von dem Wassergehalte der Atmosphäre. Bei 100 bis 110° C. getrocknet verlieren die Weizenkörner ihr Wasser vollständig.

Zuweilen wird der Weizen absichtlich mit einer gewissen Menge von Wasser befeuchtet, um sein Gewicht und Volum fälschlich zu vergrößern. Durch besondere Versuche haben Payen und Peligot [1]) nachgewiesen, daß ein Wasserzusatz eine größere Vermehrung des Volums als des Gewichtes bewirke. Als 100 Gewichtstheile Weizen mit 15 Gewichtstheilen Wasser angenetzt wurden, einer Menge, die das Korn noch nicht feucht erscheinen läßt, fand eine Volumvermehrung um 30 bis 35 Proc. statt. Durch einen Wasserzusatz zum Weizen kann also eine größere Täuschung beim Messen des Getreides, als beim Wägen desselben erreicht werden.

2. Stickstofffreie organische Substanzen. Von diesen enthält das Weizenkorn: a. Cellulose, b. Stärke, c. Zucker, d. Gummi (Dextrin), e. Fett.

a. Cellulose bildet vorzugsweise die äußere häutige Hülle des Getreidekornes und wird bei der Bereitung des Mehles in der Kleie zum größten Theile entfernt. Aber auch im Inneren des Kornes besteht das Zellgewebe aus Cellulose, so daß das Mehl, auch wenn die Entfernung der Kleie vollständig gelingen würde, doch kleine Mengen von Cellulose enthält. Der gewöhnliche Weg, den Gehalt einer pflanzlichen Substanz an Cellulose zu bestimmen, ist der, daß man durch verschiedene Lösungsmittel, wie Wasser, Alkohol, Aether, verdünnte Säuren und Alkalilösungen, alle anderen Substanzen entfernt und das dadurch nicht Gelöste als Cellulose betrachtet. Man benutzt also die Eigenschaft der Cellulose, gegen die verschiedenen Reagentien unter bestimmten Verhältnissen widerstandsfähiger zu sein, als die übrigen pflanzlichen Stoffe. Durch lange andauernde Behandlung des Zellstoffs mit einigen der genannten Flüssigkeiten oder durch Benutzung zu concentrirter Lösungen wird indessen auch die Cellulose verändert, durch längeres Erhitzen mit mäßig verdünnten Säuren wird z. B. die Cellulose ähnlich wie Stärke in Zucker verwandelt. Sucht man diesen Fehler zu vermeiden, so macht man leicht den entgegengesetzten, daß die Cellulose nicht gehörig von den übrigen

---

1) Dingl. pol. J. 132, 218.



Pflanzenbestandtheilen gereinigt wird. Danach kann es nicht auffallen, daß verschiedene Forscher zu sehr verschiedenen Zahlen in Bezug auf die Menge der im Weizenkorne enthaltenen Cellulose kamen.

Peligot[1]) behandelte zermalmte Getreidekörner 24 Stunden lang mit einem Gemische von Schwefelsäure und Wasser, welches etwa 43 Proc. wasserfreier Schwefelsäure enthielt, erwärmte auf dem Wasserbade bis Wasser in der sauren Flüssigkeit keine Fällung mehr bewirkte, wusch den Rückstand mit Wasser, Aetzkali, Alkohol und Aether nacheinander aus und wog ihn nach dem Trocknen bei 100° C. So fand er im Mittel 1,5 Proc. Cellulose im Weizenkorn. Diese Menge ist verglichen und mit den Resultaten anderer Forscher so gering, daß man annehmen muß, die verhältnißmäßig concentrirte Schwefelsäure hätte bei der langen Einwirkung die Cellulose stark angegriffen. Trotzdem wurde diese Methode der Cellulosebestimmung früher allgemein benutzt. — Oudemans[2]) suchte diese Wirkung der Säure zu umgehen, er isolirte den Zellstoff unter Benutzung des Diastasegehaltes von Malz durch aufeinander folgende Behandlung des zerriebenen Getreides mit kaltem, wässerigem Malzauszug, Kalilauge, Wasser, Aether und Alkohol. Aus den Beobachtungen von Pillitz[3]) ergiebt sich indessen unzweifelhaft, daß nach dieser Methode, die im Durchschnitt 6,15 Proc. Cellulose im Weizen ergiebt, die stickstoffhaltigen Körper des Weizens nicht vollständig entfernt werden. — F. Schulze sprach die Ansicht aus, daß die Cellulose in den Pflanzen mit einer Hülle einer Substanz umgeben sei, die er Lignin nannte und die entfernt werden kann durch Behandlung der Cellulose mit einem Gemisch von Salpetersäure und Kaliumchlorat. Henneberg[4]) modificirte diese Methode von Schulze in der Weise, daß er die Trockensubstanz 12 bis 14 Tage bei höchstens 15° C. mit 0,8 Thln. Kaliumchlorat und 12 Thln. Salpetersäure (1,10 specif. Gew.) digerirte, dann mit Wasser verdünnte, den Rückstand auswusch, darauf $^3/_4$ Stunden lang mit Ammoniakflüssigkeit (1 Thl. käufl. Ammoniak auf 50 Thle. Wasser) auf 60° C. erwärmte und schließlich mit Wasser, Alkohol und Aether auszog. Nach dieser Vorschrift bekommt man eine schön weiße Cellulose, die indessen doch nicht ganz frei von Stickstoff ist. Pillitz erhielt nach dieser Methode 2,764 Proc. Cellulose vom Gewichte des Weizenkornes. Er zeigte übrigens, daß nach Schulze's Verfahren die Cellulose etwas angegriffen wird (100 Thle. reiner Cellulose verloren bei der Behandlung 3,6 Thle.), daß also hier die Zahlen um ein Geringes zu niedrig ausfallen. — Schließlich gab Pillitz in der oben genannten Abhandlung folgende Methode der Cellulosebestimmung an. 8 bis 10 g zerriebenes Getreide werden mit Wasser sorgfältig ausgewaschen, am sichersten mit der von Real geschilderten Filterpresse. Von dem dann über Schwefelsäure im Vacuum schließlich bei 100° C. getrockneten Mehle werden 1,0 bis 1,2 g mit 40 cbcm saurem Wasser (3 bis 3,5 cbcm verdünnte Schwefelsäure von 1·160 specif. Gew. auf 1000 cbcm Wasser) in ein Glasrohr eingeschmolzen 8 Stunden lang auf 140 bis 150° C. im Paraffinbade erwärmt. Den Inhalt der dann geöffneten Röhre bringt man auf 125 cbcm, filtrirt, wäscht den Rückstand mit Wasser,

---

[1]) Dingl. pol. J. 111, 446. — [2]) Chem. Centr. 1858, 727. — [3]) Zeitschr. analyt. Chem. 1872, 46. — [4]) Zeitschr. analyt. Chem. 1869, 479.



Alkohol, Aether, trocknet bei 100° C. und wägt. Man erhält in dieser Weise die Cellulose, ohne sie nennenswerth anzugreifen, frei von stickstoffhaltigen Körpern, aber nicht ganz ohne Mineralsubstanzen. Die gewogene Menge muß daher noch eingeäschert und das dabei erhaltene Gewicht der Asche von dem vorher ermittelten Gewichte der Cellulose abgezogen werden. Nach dieser Methode findet man

in lufttrocknem Weizen	2,65	bis	4,30	Proc. Cellulose,
„ bei 100° getrocknetem Weizen . .	3,07	„	4,90	„ „
„ lufttrocknem Spelt	2,27	„	2,92	„ „
„ bei 100° getrocknetem Spelt . .	2,62	„	3,38	„ „

Die in dieser Weise isolirte Cellulose enthält Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff in dem Verhältnisse, daß ihre Zusammensetzung durch die Formel $C_6H_{10}O_5$ ausgedrückt werden kann. Sie besteht aus kleinen Bläschen, den Zellen, die sich gegenseitig begrenzen und so das Skelet für die verschiedenen Theile des Kornes bilden. Sie umschließt in dem Korne während der Vegetation die Flüssigkeiten und festen Körper und bildet im trocknen Getreide die Hülle für die nun im festen Zustande vorliegenden Bestandtheile. Durch den menschlichen Organismus geht die unlösliche Cellulose so gut wie unverändert hindurch, sie trägt zum Nährwerth des Mehles, des Brotes nicht bei und man sucht sie daher bei der Gewinnung von gutem Mehle möglichst zu entfernen.

b. Die Stärke, das Stärkemehl, ist namentlich in den inneren Zellen des Kornes, dem eigentlichen Mehlkorn, enthalten. Annähernd läßt sich die Menge der im Weizen vorhandenen Stärke leicht bestimmen. Man bildet aus dem durch sorgfältiges Zerreiben der Körner erzeugten und gewogenen Mehle mit möglichst kühlem Wasser einen steifen Teig, auf 100 Thle. Mehl gebraucht man dabei 50 bis 60 Thle. Wasser. Damit dieses gehörig in das Mehl eindringe, läßt man den Teig etwa 1 bis 2 Stunden liegen und knetet ihn sodann unter einem schwachen Wasserstrahle. Eine milchig getrübte Flüssigkeit fließt dabei von dem Teige ab, während dieser selbst immer zäher, immer klebriger wird. Zuletzt kann man den Wasserstrahl etwas verstärken; man läßt ihn auf den Teig unter fortwährendem Kneten desselben wirken, bis das Wasser klar abfließt. Bei dieser Behandlung wird das Mehl in zwei Gruppen von Substanzen zerlegt, der Rückstand besteht wesentlich aus dem weiter unten zu erwähnenden Kleber, in dem Wasser aber sind die löslichen Bestandtheile des Mehles enthalten und in dieser Lösung ist das Stärkemehl suspendirt, gerade dieses bedingte die milchige Beschaffenheit des abfließenden Wassers. Ueberläßt man das Waschwasser der Ruhe, so lagert sich das specifisch schwere Stärkemehl nach kurzer Zeit am Boden des Gefäßes ab. Dasselbe ist aber nicht rein, kleine Flocken von dem Kleber sind von dem Wasser mit fortgerissen, sie lagern sich in der Regel auf dem Stärkemehl ab, ihre lockere, meist etwas grau gefärbte Schicht ist leicht von der dichten weißen Stärkeschicht zu unterscheiden. Man kann die Stärke von der größten Menge dieses mitgerissenen Klebers befreien, wenn man das trübe Waschwasser durch ein möglichst feines Haarsieb gießt. Auf dessen Maschen bleiben die Kleberflocken hängen. Das dann aus dem Wasser sich ablagernde Stärkemehl kann man auf einem Filter sammeln, trocknen und wägen. Wie schon angedeutet, ist diese Art der

Ermittelung des Stärkegehaltes im Getreide nur approximativ, ganz rein von Kleber bekommt man dasselbe in dieser Weise nicht. Nach v. Bibra enthält diese Stärke etwa 4 Proc. Kleber. Die Stärke ist frei von Stickstoff, der Kleber aber ist eine stickstoffhaltige Substanz. Bestimmt man also in der gewonnenen Stärke den Stickstoffgehalt, so kann man berechnen, wie groß die Beimengung von Kleber in der Stärke war und kann dessen Gewicht von dem Gewichte der Rohstärke abziehen. Es gelingt aber auch sehr schwer, den Kleber vollständig frei von Stärke zu bekommen; dieser zähe Körper umhüllt etwas Stärkemehl so dicht, daß das Wasser dasselbe nicht mit sich fortnehmen kann. Aus diesen Andeutungen ergiebt sich, daß diese Methode der Stärkebestimmung nur ungenaue Resultate geben kann. Die Stärke ist aber sehr leicht in eine Substanz zu verwandeln, deren Menge genau zu ermitteln ist, deren Menge in einem bestimmten Zusammenhange mit der der Stärke steht, und welche nicht aus dem Kleber sich bilden kann, nämlich in Zucker. Durch längeres Kochen der Stärke mit verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure wird diese leicht und vollständig in Traubenzucker (Dextrose) verwandelt und dessen Menge kann aufs Schärfste bestimmt werden durch Titration mit einer alkalischen weinsäurehaltigen Kupferlösung (Fehling'sche Lösung) oder mit einer alkalischen Lösung von Cyanquecksilber. Traubenzucker scheidet beim Sieden aus der erwähnten tief blau gefärbten Kupferlösung alles Kupfer in Form von Kupferoxydul ab, während die Flüssigkeit vollständig entfärbt wird. Man läßt also zu einem abgemessenen Volum der Kupferlösung von bekanntem Gehalte, die in einer Porcellanschale zum Sieden erhitzt wird, von der aus der Stärke dargestellten auf ein bestimmtes Volum gebrachten Zuckerlösung hinzufließen, bis durch den letzten Tropfen eine vollständige Entfärbung der über dem rothen Niederschlage stehenden Flüssigkeit erreicht ist. Das angewandte Volum der Kupferlösung von bestimmtem Gehalte verlangt zur Desoxydation des Kupferoxyds zu Kupferoxydul eine ganz bestimmte Menge von Zucker. Diese Menge von Zucker war in dem verbrauchten Volum Zuckerlösung enthalten, man kennt also deren Concentration und kann demnach leicht berechnen, wie groß die Gesammtmenge des vorhandenen Zuckers ist. Um der Schwierigkeit auszuweichen, das Verschwinden der letzten Spur der blauen Farbe der Kupferlösung erkennen zu müssen, hat man auch vorgeschlagen ein bestimmtes Volum der Zuckerlösung mit einem geringen Ueberschuß von der alkalischen Kupferlösung zu versetzen, zum Sieden zu erhitzen und dann das abgeschiedene Kupferoxydul gewichtsanalytisch zu bestimmen. Die andere oben erwähnte, von K. Knapp[1]) angegebene Methode der Zuckerbestimmung beruht darauf, daß aus der alkalischen Lösung von Cyanquecksilber das Quecksilber metallisch durch Zucker abgeschieden wird; man läßt also zu einem bestimmten Volum der Quecksilberlösung so lange von der Zuckerlösung hinzufließen, bis alles Quecksilber gefällt ist. Da man nun weiß, daß durch das Kochen mit verdünnten Säuren die Stärke in Zucker verwandelt wird nach der Reaction

$$\underset{\text{Stärke}}{C_6H_{10}O_5} + H_2O = \underset{\text{Zucker}}{C_6H_{12}O_6}$$

---

[1]) Ann. Chem. Pharm. **154**, 253.

so daß 180 Gewthle. Zucker 162 Gewthln. Stärke entsprechen, so kann man aus der gefundenen Menge Zucker leicht auf die vorhandene Menge Stärke zurückschließen.

Diese Methode ist es, die man jetzt allgemein zur Ermittelung des Stärkegehaltes im Getreide anwendet. Die Ueberführung von Stärke in Zucker ist übrigens nur unter Einhaltung bestimmter Verhältnisse vollständig. Stärke geht bei der Behandlung mit verdünnten Säuren zuerst in lösliche Stärke, dann in Dextrin, schließlich in Zucker über. Um dieses Endproduct sicher zu erhalten und zugleich die Zersetzung des erzeugten Zuckers (Caramelbildung) zu vermeiden, ist ein bestimmtes Verhältniß von Säure und Stärke, eine bestimmte Temperatur und eine gewisse Dauer der Einwirkung nöthig. Sehr gute Resultate bekommt man nach der von Pillitz[1]) angegebenen Methode. Danach werden 1 bis 1,2 g von dem mit Wasser ausgezogenen und dann wieder über Schwefelsäure, schließlich bei 100° C. getrockneten Getreidepulvers mit 40 bis 50 cbcm einer Schwefelsäure, die 3 cbcm Säure von 1,160 specif. Gew. in 1000 cbcm enthält, in ein Glasrohr eingeschlossen, 8 Stunden auf 140 bis 150° C. im Paraffinbade erwärmt, nachher der Inhalt der Röhre auf 250 cbcm gebracht und diese Lösung benutzt, um 10 cbcm Fehling'scher Kupferlösung (10 cbcm enthalten 0,3465 g Kupfervitriol und entsprechen 0·05 g Zucker) zu reduciren. Nach dieser Methode findet man

in lufttrocknem Weizen	61	bis 65	Proc.	Stärke
„ bei 100° C. getrocknetem Weizen	70	„ 74	„	„
„ lufttrocknem Spelt	61,62	„ 61,72	„	„
„ bei 100° C. getrocknetem Spelt .	71,13	„ 71,60	„	„

Die Stärke besitzt dieselbe chemische Zusammensetzung, wie die Cellulose, auch sie enthält nur Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff und zwar in dem Verhältnisse der Formel $C_6H_{10}O_5$. Das specifische Gewicht der Stärke beträgt in trocknem Zustande 1,6. Die Structur der Stärke ist aber wesentlich anders, als die der Cellulose. Sie besteht aus kleinen linsenförmigen Körnern, die nach den Bestimmungen von Wiesner[2]) einen Durchmesser von 0,0283 mm besitzen. Unter dem Mikroskop erkennt man, daß diese Körnchen aus über einander liegenden Schichten bestehen, die um einen im Centrum des Kornes liegenden Kern gelagert sind. Man findet diesen Kern, den „Nabelpunkt", leicht, wenn man die Stärkekörner unter dem Mikroskope im polarisirten Lichte betrachtet. Man beobachtet dann in jedem Stärkekorn ein dunkeles Kreuz, dessen Balken sich in dem Kern schneiden. In kaltem Wasser, Alkohol und Aether ist die Stärke unlöslich. Erwärmt man Stärke mit Wasser auf 60 bis 70° C., so quellen die Körner auf, sie vermehren ihr Volum bedeutend, die Schichten lösen sich von einander los, die porösen Körper nehmen dann eine bedeutende Menge von Wasser auf. Indem die verschiedenen Körner hierbei mit einander in innige Berührung kommen, bildet sich eine zähe, zusammenhängende Masse, der Kleister. Kleisterbildung tritt also ein bei

[1]) Zeitschr. anal. Chem. 1872, 46. — [2]) Die Rohstoffe des Pflanzenreiches, 1873, Leipzig.

Gegenwart von überschüssigem Wasser. Kann aber die ganze Menge des Wassers von den Stärkekörnern mechanisch gebunden werden, so bildet sich beim Kochen von Stärke mit Wasser eine lockere, schwammige Masse. Diese beobachtet man im Inneren von gekochten Kartoffeln, diese tritt auch auf im Inneren von Brot. Der Wassergehalt des Teigs wird, wenigstens zum Theil, beim Backen von der Stärke aufgenommen und diese selbst wird dabei in lockere Brotkrume verwandelt. Beim Erwärmen der Stärke mit überschüssigem Wasser geht ein Theil der Bestandtheile der Stärkekörner in Lösung, hautartige Hüllen bleiben ungelöst zurück. Schneller als reines Wasser bewirken verdünnte Säuren oder Malzauszug diese Lösung des größten Theiles der Stärke. Die Stärke hat die Eigenschaft, mit Jodlösung befeuchtet sich blau zu färben. Die bei der geschilderten Behandlung aus der Stärke erhaltene wässerige Lösung färbt sich ebenfalls mit Jodlösung versetzt tief blau. Hat man aber bei der Erwärmung mit Wasser oder der anderen lösenden Agentien diese so lange auf die Stärke wirken lassen, bis den zurückbleibenden Häuten nichts mehr entzogen wird, so haben diese nicht mehr die Fähigkeit, sich direct mit Jod blau zu färben, eine solche Bläuung tritt erst ein, wenn man mit der Jodlösung zugleich mäßig concentrirte Schwefelsäure auf diese Häute wirken läßt. Dasselbe Verhalten zeigt die Cellulose, so daß damit nachgewiesen ist, daß die Stärkekörner aus zwei Substanzen bestehen, der Cellulose und dem mit Jod direct sich blau färbenden Körper, der Granulose. Das Verhältniß, in welchem diese beiden Bestandtheile in der Stärke enthalten sind, ist noch nicht ermittelt, es ist nur festgestellt, daß die Körner viel reicher sind an Granulose, als an Cellulose.

Von den Zersetzungsproducten der Stärke sind für die Zwecke der Brotbereitung von Wichtigkeit die lösliche Stärke, Dextrin, Zucker. Wird das feuchte Stärkemehl auf etwa 100° C. erwärmt, so entsteht lösliche Stärke, die wässerige Lösung färbt sich, wie schon oben angedeutet, mit Jod blau. Treibt man die Erwärmung bis auf 160° C., so wird Dextrin gebildet, eine ebenfalls in Wasser lösliche Substanz, die aber durch Jod nicht gebläut, sondern braunroth gefärbt wird. Durch sehr anhaltendes Kochen der Stärke mit Wasser entsteht Zucker, der sich vom Dextrin unterscheidet durch Unempfindlichkeit gegen Jod, Löslichkeit in Alkohol und reducirende Wirkung auf alkalische Kupferlösung. Sehr schnell wird Zucker gebildet beim Erwärmen der Stärke mit verdünnten Säuren. Malzauszug wirkt, wie schon erwähnt, auch auf Stärke so ein, daß aus derselben Zucker und Dextrin gebildet wird. Delbrück und Märcker[1]) zeigten, daß die früher von Musculus[2]) aufgestellte Reactionsgleichung

$$\underset{\text{Stärke}}{3\,C_6H_{10}O_5} + H_2O = \underset{\text{Dextrin}}{2\,C_6H_{10}O_5} + \underset{\text{Zucker}}{C_6H_{12}O_6}$$

unrichtig ist, daß vielmehr durch diese Reaction aus der Stärke ein zuckerartiger Körper gebildet wird, den sie Maltose nennen und der die Zusammensetzung $C_{18}H_{34}O_{17}$ besitzt. Bei Temperaturen unter 65° C. bildet sich diese Substanz nach folgender Gleichung:

---

[1]) Handbuch der Spiritusfabrikation von Dr. M. Märcker, Berlin 1877, S. 421. — [2]) Dingl. pol. J. 158, 424.

$$4\,C_6H_{10}O_5 + 2\,H_2O = C_{18}H_{34}O_{17} + C_6H_{10}O_5$$
Stärke Maltose Dextrin.

Eine ähnliche Umwandlung erleidet das Stärkemehl durch Einwirkung von verschiedenen Secreten des menschlichen Körpers. Speichel, Darmsaft, Galle, Blutserum u. s. w. führen Stärkemehl bei erhöhter Temperatur leicht in Dextrin und Zucker, also in lösliche Verbindungen über. Bei der niederen Temperatur im menschlichen Organismus wird rohe Stärke nur unvollkommen in diese löslichen Substanzen verwandelt, sie geht zum größten Theil unverändert wieder ab. Gekochte, bei Anwesenheit von Wasser oder in trocknem Zustande erhitzte Stärke, bei der also die Bildung von Dextrin und Zucker schon eingeleitet ist, wird aber leicht zu vollständiger Lösung durch die Secrete des menschlichen Körpers gebracht. Es ergiebt sich daraus, wie ungemein wichtig das Backen, das Erhitzen des Mehles bei Gegenwart von Wasser ist, um das Stärkemehl leicht verdaulich, leicht assimilirbar zu machen, dasselbe zu befähigen, dem menschlichen Körper als Nahrung zu dienen.

Eine Verwandlung der Stärke in Dextrin und Zucker beginnt auch schon bei einfacher Behandlung des Getreidemehles mit Wasser. Nach den Untersuchungen von Mège-Mouriès [1]) soll dabei ein namentlich in der Kleie enthaltener stickstoffhaltiger Körper, Cerealin, in Lösung gehen und dieser soll, wie die Diastase im Malzauszuge, die Ueberführung von Stärke in Zucker bewirken. In ähnlicher Weise sollen auch die weiter unten besprochenen Bestandtheile des Klebers eine Zuckerbildung aus Stärke hervorrufen. Die Stärke liefert nach diesen Angaben gährungsfähigen Zucker in den Brotteig und indem dieser durch die dem Teig zugesetzte Hefe (Sauerteig) in Gährung geräth, Kohlensäure entwickelt, erzeugt er in dem Teige Höhlungen, macht das Brot locker.

So erkennt man, daß die Stärke einer der wichtigsten Bestandtheile des Weizenkornes ist, sowohl für die Benutzung des Getreides als Nahrungsmittel überhaupt, als namentlich für die Herstellung eines leicht verdaulichen Brotes.

c. Zucker. Ob im Weizenkorne Zucker vorhanden ist oder nicht, darüber wurden im Laufe der Zeit von Saussure, Peligot, Krocker, Mège-Mouriès, Ritthausen, v. Bibra u. A. verschiedene Angaben gemacht. Nach den neuesten Untersuchungen von Poehl [2]) scheint es erwiesen zu sein, daß das Getreidekorn keinen Zucker enthält. Er beobachtete, daß bei 90° C. sorgfältig getrocknete Weizenkörner beim nachherigen Zerreiben mit 95procentigem Weingeist an diesen keinen Zucker abgeben. Er fand aber auch, das der kleinste Wassergehalt des Kornes ausreicht, um beim Zerstoßen des Getreides Zuckerbildung zu veranlassen. Als er lufttrocknes Getreide (mit 11 bis 13 Proc. Wasser) der obigen Behandlung mit Alkohol unterwarf, fand er Zucker in der alkoholischen Lösung. Offenbar bildete sich hier Zucker dadurch, daß die äußeren, vorzugsweise stickstoffhaltigen Schichten des Kornes bei Gegenwart von Wasser mit dem inneren stärkemehlhaltigen Kern in Berührung kamen. Diese Verhältnisse finden aber immer statt bei der Analyse von Weizenkörnern, es kann daher nicht auffallen, daß bei der

[1]) Dingl. pol. J. 144, 209. — [2]) Wagner's Jahresbericht f. 1874, 657.

Untersuchung der Weizenkörner Zucker in wechselnden Mengen gefunden wurde. Der Zucker wird dem Mehle des Getreidekornes direct durch Behandlung mit Wasser entzogen. Aber nicht allein Zucker geht in die wässerige Lösung, sondern mit ihm das in Wasser lösliche Eiweiß und Gummi. Erhitzt man die wässerige Lösung zum Sieden, so fällt das Eiweiß geronnen nieder. Dampft man das Filtrat von demselben auf ein kleines Volum ein und versetzt dasselbe sodann mit starkem Alkohol, so wird das Gummi abgeschieden, Zucker bleibt in Lösung, er kann jetzt durch die gewöhnlichen Reactionen als Traubenzucker erkannt werden. Die Lösung enthält übrigens noch Spuren von einem in heißem Wasser löslichen, noch nicht ganz genau bekannten Eiweißkörper, so daß directes Verdunsten der Lösung zur Trockne und Wägen des Rückstandes kein genaues Resultat liefert. Man bestimmt den Zuckergehalt besser durch Titration mit Fehling'scher Kupferlösung, indem man die oben erwähnte alkoholische Lösung zur Trockne verdampft, den Rückstand im Wasser löst, auf ein bestimmtes Volum bringt und nun so verfährt, wie oben bei Stärke angegeben. Es ist übrigens nicht nothwendig, das Gummi abzuscheiden aus der wässerigen Lösung, man kann direct den wässerigen Auszug des Getreidepulvers zur Zuckerbestimmung benutzen.

Lufttrockner Weizen enthält	0,51	bis	1,39	Proc.	Zucker.
Bei 100° C. getrockneter Weizen enthält	0,58	„	1,60	„	„
Lufttrockner Spelt enthält	0,92	„	1,06	„	„
Bei 100° C. getrockneter Spelt enthält	1,06	„	1,23	„	„

In Bezug auf die Bedeutung des Zuckergehaltes im Getreide für die Brotbereitung kann auf das verwiesen werden, was oben über Stärke und deren Zersetzungsproducte angeführt wurde.

d. Gummi. Der bei der Behandlung des Rückstandes von dem wässerigen Auszuge des Getreidepulvers mit Alkohol zurückbleibende Körper wurde vielfach für Dextrin gehalten. Er unterscheidet sich aber von diesem durch seine Unwirksamkeit auf den polarisirten Lichtstrahl (den Dextrin nach rechts dreht), durch seine Unempfindlichkeit gegen Jod (durch welches Dextrin roth gefärbt wird), endlich dadurch, daß er aus wässeriger Lösung durch Bleiessig gefällt wird (während Dextrin dadurch nicht aus seinen Lösungen abzuscheiden ist). Jedenfalls ist dieser Körper in seiner chemischen Natur noch nicht erschöpfend studirt. Dieses Gummi wird indessen auch durch Kochen mit verdünnten Säuren in Zucker verwandelt und kann dann ebenfalls mit Fehling'scher Lösung titrirt werden. Wenn man 1,0 bis 1,2 g des nicht mit Wasser erschöpften Getreidepulvers mit Säure behandelt, wie es nach Pillitz' Vorschrift oben bei Stärke angedeutet wurde, so bekommt man in Lösung den Zucker, der ursprünglich vorhanden war, zugleich mit dem Zucker, der aus der Stärke und aus dem Gummi gebildet wurde. Kennt man den Zuckergehalt, den Stärkegehalt des Mehles, so kann man leicht berechnen, wie groß die Menge Zucker ist, welche aus dem Gummi bei obiger Behandlung entstanden ist. Die Quantität des vorhandenen Gummi wird aus der gefundenen Menge Zucker berechnet, indem man für Gummi dieselbe Zusammensetzung benutzt, wie sie Stärke und Dextrin besitzen, also auch für Gummi die chemische Formel $C_6 H_{10} O_5$ annimmt.

Lufttrockner Weizen enthält	1,53	bis	4,60	Proc. Gummi.
Bei 100° C. getrockneter Weizen enthält	1,76	„	5,27	„ „
Lufttrockner Spelt enthält	1,32	„	2,12	„ „
Bei 100° C. getrockneter Spelt enthält	1,52	„	2,46	„ „

e. Fett. Zur Bestimmung des Fettgehaltes wird eine abgewogene Menge des Getreidepulvers (3 bis 4 g) mit Aether ausgezogen. Der einfache von P. Wagner [1]) beschriebene Extractionsapparat ist hierzu sehr empfehlenswerth. Die ätherische Lösung wird zur Trockne verdampft, der Rückstand bei 100° C. getrocknet und gewogen.

Lufttrockner Weizen enthält	1,56	bis	2,28	Proc. Fett.
Bei 100° C. getrockneter Weizen enthält	1,79	„	2,40	„ „
Lufttrockner Spelt enthält	2,53	„	2,96	„ „
Bei 100° C. getrockneter Spelt enthält .	2,72	„	3,42	„ „

Das Fett befindet sich vorzugsweise in den äußeren Schichten des Getreidekornes, die Kleie ist deshalb reicher an demselben, als das Mehl. Der Fettgehalt der Hülle schützt das Getreide vor der Wirkung der feuchten Atmosphäre. v. Bibra vermuthet, daß das Fett aus ätherischem und fettem Oele gemischt sei und giebt an, daß das Oel bei gewöhnlicher Temperatur flüssig sei, also wohl vorherrschend aus Oleïn bestehe, daß es aber bei längerem Stehen krystallinische Abscheidungen von festem Fett liefere. Ritthausen's [2]) Untersuchungen machen es höchst wahrscheinlich, daß dieses feste Fett aus Cholesterin besteht.

3. Stickstoffhaltige organische Substanzen. Die Proteïnsubstanzen des Weizens sind zum Theil in kaltem Wasser unlöslich, zum Theil löslich.

a. Die in kaltem Wasser unlöslichen stickstoffhaltigen Körper faßt man zusammen unter der Bezeichnung Kleber. Die Gesammtmenge des Klebers bekommt man annähernd, wenn man den aus ganz fein zerriebenem Getreide und Wasser angemachten Teig unter einem Wasserstrahle knetet. Dabei wird mit den im Wasser direct löslichen Antheilen die Stärke fast ganz ausgewaschen, Kleber bleibt zurück. Bei gutem Weizen bildet der Kleber eine zusammenhängende zähe Masse von gelblich weißer Farbe, ohne Geruch, ohne Geschmack. Frisch dargestellt haftet er an Leinwand, Papier und ähnlichen Stoffen sehr fest und läßt sich mit Leichtigkeit zu handgroßen dünnen Tafeln ausziehen. Nicht die ganze Menge des Klebers wird indessen nach dieser Methode aus dem Weizen gewonnen, etwa $1/_3$ desselben geht in Form von kleinen Stücken, Flocken, in das trübe, die Stärke enthaltende Wasser über. Wie schon bei Besprechung des Stärkegehaltes im Weizen angegeben wurde, kann man durch Abgießen des stärkemehlhaltigen Wassers durch ein Sieb diese kleinen Klebermengen noch gewinnen, man kann sie mit der Hauptmasse wieder durch Zusammenkneten vereinigen. Bei sehr weichem, mehligem Weizen ist zuweilen der Zusammenhang des Klebers so gering, daß man beim Anfangen des Waschens gar keine Kleberausscheidung beobachtet. Das

[1]) Zeitschrift anal. Chem. 1870, 354. — [2]) Journ. prakt. Chemie 88, 145.

Pulver von solchem Getreide bringt man gleich mit Wasser gemischt auf ein Sieb und entfernt durch Rütteln des Siebes die stärkehaltige Flüssigkeit. Die auf dem Siebe zurückbleibenden Kleberflocken lassen sich nun vereinigen und dann auswaschen, wie gewöhnlich. Durch Benutzung von hartem, namentlich gypshaltigem Wasser läßt sich übrigens auch aus solchem Mehle ein zusammenhängender Kleber isoliren.

Weizen liefert im Durchschnitt 28,1 Proc. seines Gewichtes an solchem zähen Kleber. Da derselbe 73 bis 75 Proc. Wasser und also nur 25 bis 27 Proc. Trockensubstanz enthält, so beträgt der durch directes Auswaschen zu isolirende Gehalt des Weizens an trocknem Kleber etwa 7 bis 8 Proc. In ihm sind aber noch 12 bis 16 Proc. fremder Körper, wie Stärke, Getreidehüllen, Fett, enthalten. Auch nach sorgfältigem Trocknen kann man deshalb niemals durch directe Wägung den Gehalt des Getreides an Kleber genau ermitteln. Dazu benutzt man in der Regel eine indirecte Methode. Man bestimmt den Gehalt des mit Wasser erschöpften Getreides an Stickstoff und berechnet aus diesem die Menge des Klebers, indem man den Stickstoffgehalt des letzteren zu 15,6 bis 16 Proc. annimmt. Wie weiter unten angegeben, ist dieser Stickstoffgehalt des Klebers, der auf Grund älterer Untersuchungen, bei welchen kein ganz stärkefreier Kleber analysirt wurde, festgestellt ist, zu gering angenommen, so daß die meisten Kleberbestimmungen im Getreide und Mehl etwas zu kleine Zahlen geben. Nach dieser Methode findet man

in lufttrocknem Weizen	9,48	bis	11,29	Proc. Kleber,
„ bei 100° C. getrocknetem Weizen	10,89	„	12,93	„ „
„ lufttrocknem Spelt	9,03	„	9,47	„ „
„ bei 100° C. getrocknetem Spelt .	10,77	„	10,94	„ „

Millon[1]) machte darauf aufmerksam, daß harter, glasiger Weizen viel reicher ist an Kleber, als weicher, mehliger Weizen. Millon untersuchte einige weiche Weizensorten, aus denen er durch Auskneten unter Wasser nur 3,7 bis 5,7 Proc. Kleber gewinnen konnte.

Von größter Wichtigkeit für die Zwecke der Brotbereitung ist nun das physikalische und chemische Verhalten des Klebers, dasselbe muß hier eingehend besprochen werden.

In vollkommen trocknem Zustande stellt der Kleber eine braune, an den Kanten durchscheinende, spröde Masse dar. Ist das Trocknen bei höherer Temperatur vorgenommen, so ist der Kleber in seinen Eigenschaften wesentlich verändert, er nimmt dann Wasser nur sehr langsam wieder auf und erhält seine frühere Dehnbarkeit nur unvollkommen wieder. Ohne Veränderung läßt sich der Kleber nur im Vacuum über Schwefelsäure trocknen; man kann ihn auch von seinem Wassergehalte befreien durch Uebergießen mit einer großen Menge absoluten Alkohols. Dessen Menge muß so bedeutend sein, daß er durch den Wassergehalt des Klebers nicht wesentlich verdünnt wird, weil wasserhaltiger Alkohol dem Kleber manche Bestandtheile entzieht. Mit absolutem Alkohol entwässert und dann im

---

[1]) Dingl. pol. J. 132, 216.

Vacuum getrocknet, bildet der Kleber eine lockere, von Flüssigkeiten leicht durchdringbare Masse.

Ganz trocken und vor Luftzutritt geschützt, läßt sich der Kleber beliebig lange ohne Zersetzung aufbewahren. In feuchtem Zustande der Luft dargeboten verfällt er aber bald tiefgreifenden Veränderungen. Er zerfließt zu einer firnißartigen Masse, liefert zuerst Kohlensäure und Wasserstoff, bald aber Schwefelwasserstoff, Ammoniak u. s. w., also dieselben übelriechenden Producte, welche die thierischen Substanzen bei der Fäulniß entstehen lassen.

Siedendes Wasser löst einen Theil des Klebers auf, beim Abkühlen der Lösung scheidet sich die gelöste Substanz wieder ab. In Lösungen von Kochsalz, Salpeter und anderen Salzen ist der Kleber unlöslich. In frischem Zustande oder ohne Erwärmung getrocknet, löst sich der Kleber in verdünnter Schwefelsäure, Salzsäure, Phosphorsäure, Essigsäure oder Weinsäure sowie in schwachen Lösungen von ätzenden Alkalien auf. Bringt man z. B. den frischen Kleber in Wasser, welches von 0,1 bis 0,15 Proc. Kaliumhydrat enthält, und wendet dabei so viel Wasser an, daß auf 100 Thle. wasserfrei gedachten Kleber 3 bis 4 Thle. Kaliumhydrat kommen, so kann man durch öfteres Schütteln den Kleber in 12 bis 24 Stunden vollständig lösen. Etwa vom Kleber umhüllte Stärke, Cellulose, theilweise auch Fett, werden hier nicht gelöst, sie lagern sich aus der Kleberlösung bei ein- bis zweitägiger Ruhe, bei niederer Temperatur (5 bis 8° C.) ab. Die mehr oder weniger klare Lösung, von diesem Rückstande abfiltrirt oder abgegossen, liefert beim Neutralisiren mit Essigsäure einen flockigen, sehr klebenden Niederschlag, der alle Eigenschaften des Klebers besitzt und diesen chemisch unverändert in fein vertheiltem Zustande enthält.

Der so gereinigte Kleber ist nun keine einfache chemische Verbindung, er besteht aus einem Gemisch von verschiedenen Substanzen. Durch ihr Verhalten gegen Alkohol kann man diese Bestandtheile des Klebers von einander trennen. Die Resultate älterer Studien von Berzelius, Dumas, Cahours, Liebig, Taddei, Peligot und Anderen über diesen Gegenstand sind von v. Bibra in seinem oben erwähnten Werke zusammengestellt. Ritthausen hat später manche Irrthümer in diesen früheren Angaben nachgewiesen.

v. Bibra unterscheidet mit den früheren Analytikern drei Substanzen im Kleber, Pflanzenfibrin, Pflanzenleim, Pflanzencaseïn. Neben diesen kommt immer der Fettgehalt des Getreidemehles zum Theil in den Kleber. Wird Kleber mit Weingeist wiederholt ausgekocht, indem man von Zeit zu Zeit die Lösung durch ein Tuch abgießt und das Ungelöste mit neuen Mengen von Weingeist behandelt, so bleibt als vollständig unlöslich in Weingeist das Pflanzenfibrin zurück. Beim Erkalten der siedenden alkoholischen Lösung tritt eine Trübung ein, es lagert sich aus der Flüssigkeit ein zäher, am Gefäße haftender Körper ab, während die Lösung so klar wird, daß man sie abgießen kann. Nicht immer aber ist diese Klärung so vollständig. Bleibt die Flüssigkeit beim Erkalten trübe, so kann man durch Filtration dem Uebelstande nicht abhelfen, die Trübung verstopft die Filterporen zu rasch, man verdampft dann besser die weingeistige Lösung auf ein kleines Volum und läßt nun erkalten. Fast immer tritt unter diesen Verhältnissen nach 10 bis 12 Stunden vollständige Klärung ein. Der zähe Körper,

der hier aus der alkoholischen Lösung beim Erkalten ausfällt, wird Pflanzencaseïn genannt. Endlich bleibt in der erkalteten weingeistigen Lösung der allein von den Kleberbestandtheilen in kaltem und warmem Alkohol lösliche Theil zurück, der Pflanzenleim. Alle drei in dieser Weise isolirten Gemengtheile des Weizenklebers enthalten Fett, das man ihnen nach dem vollständigen Trocknen mit Aether entziehen kann. Außerdem sind sie nicht frei von Asche, die man durch Verbrennen von gewogenen Massen isoliren und wiegen muß, um die Gewichtsmenge der organischen Substanzen ermitteln zu können. v. Bibra hat nun diese Körper sehr eingehend in ihren Eigenschaften, ihrer Zusammensetzung, studirt. Doch, wie schon erwähnt, hat Ritthausen nachgewiesen, daß diese Angaben durch Untersuchung nicht ganz reiner Substanzen zum Theil nicht ohne Fehler waren. Ritthausen machte übrigens über die Menge, in denen die von ihm gefundenen Bestandtheile im Weizenkleber vorkommen, keine genauen Angaben, es ist deshalb wohl motivirt, hier mitzutheilen, wie viel von den einzelnen, wenn auch nicht ganz reinen Substanzen v. Bibra in verschiedenen Weizenklebersorten fand. Die folgenden Zahlen beziehen sich auf aschenfreien Kleber:

Weizenkleber aus Kaisermehl (feinste Sorte):

Pflanzenfibrin	70,95	71,55	69,40	70,48
Pflanzenleim	14,40	16,00	17,57	16,92
Pflanzencaseïn	8,80	6,53	7,30	6,33
Fett	5,85	5,92	5,73	6,27

Weizenkleber aus Mittelmehl (geringste Sorte):

Pflanzenfibrin	81,61	78,62
Pflanzenleim	7,54	8,35
Pflanzencaseïn	3,85	4,88
Fett	7,00	8,15

Kleber aus Speltmehl:

Pflanzenfibrin	70,22	71,40	71,90
Pflanzenleim	16,53	15,36	17,20
Pflanzencaseïn	7,08	7,20	6,29
Fett	6,17	6,24	4,61

Aus diesen Zahlen folgt, daß der Kleber aus verschiedenen Schichten des Getreidekornes eine verschiedene Zusammensetzung hat. Das an Kleie reichste Mittelmehl, in welches viel von den äußeren Schichten des Kornes eingegangen ist, ist reich an Fibrin, während das aus dem inneren Mehlkern hergestellte feinste Mehl einen Kleber liefert, der größere Mengen von Pflanzenleim und Pflanzencaseïn enthält.

Die sehr eingehenden Untersuchungen des Weizenklebers von Ritthausen[1]) haben diesen dazu geführt, vier verschiedene Proteïnsubstanzen in dem Kleber anzunehmen, welche er als Glutencaseïn, Glutenfibrin, Mucedin und

[1]) J. pr. Chem. 85, 113; 86, 257; 88, 141; 91, 296; 99, 462.

Gliadin bezeichnete. Um diese Bestandtheile aus dem Kleber zu isoliren, behandelt Ritthausen den Niederschlag, den man aus der alkalischen Lösung des Klebers durch Zusatz von Essigsäure erhält (siehe oben Seite 33), bei gewöhnlicher Temperatur zuerst mit größeren Mengen von Weingeist von 60° Tr., die man in Portionen anwendet, welche etwa 5 bis 6 Stunden lang unter öfterem Aufrühren wirken. Darauf läßt er 80 procentigen Weingeist unter denselben Verhältnissen auf den Kleber wirken, bis dieser nur noch wenig aufnimmt, schließlich zieht er mit absolutem Alkohol aus.

Der erschöpfte Rückstand, eine feinflockige, voluminöse Masse von grauweißer Farbe, wird mit Aether von Fett befreit, der Aether durch Alkohol verdrängt und der dann bleibende Rückstand in der Leere getrocknet. In diesem Rückstande ist das Glutencaseïn enthalten, aus den alkoholischen Auszügen sind die übrigen drei Bestandtheile des Klebers zu gewinnen.

Glutencaseïn wird aus dem mit Alkohol erschöpften Rückstande rein dargestellt, indem man denselben nochmals in Kalilauge von dem angegebenen geringen Gehalte auflöst, die Lösung filtrirt und dann mit Essigsäure neutralisirt. Der dann noch mit Wasser und Weingeist gewaschene flockige Niederschlag wird getrocknet. Das Glutencaseïn stellt so eine schwach grau gefärbte lockere Masse dar, die in kaltem und warmem Wasser unlöslich ist. Durch Kochen mit Wasser wird die Substanz in allen Lösungsmitteln unlöslich. Nicht erwärmt löst sich Glutencaseïn in verdünnter Essigsäure, Weinsäure, in ätzenden Alkalien auf und kann durch Neutralisation der Lösung wieder abgeschieden werden. Man erkennt, daß Ritthausen's Glutencaseïn dem Pflanzenfibrin früherer Analytiker von Getreidearten sehr nahe steht; während aber, wie oben angegeben, v. Bibra von diesem in Alkohol unlöslichen Bestandtheile des Klebers etwa 71 Proc. fand, konnte Ritthausen nur 16 bis 20 Proc. Glutencaseïn aus dem Kleber abscheiden.

Glutenfibrin fällt nieder, wenn die vereinigten, in der Kälte hergestellten weingeistigen Auszüge des Klebers durch Abdestilliren auf etwa die Hälfte des Volums eingedampft sind und dann der Abkühlung überlassen werden.

Durch Waschen mit absolutem Alkohol kann man die schleimige Fällung entwässern und zugleich reinigen, da Mucedin und Gliadin, die beiden dem Fibrin beigemengten Substanzen, in demselben löslicher sind, als Fibrin. Durch wiederholtes Auflösen in 60 procentigem Weingeist und Abscheidenlassen durch Abkühlung bekommt man, wenn man stets die zuerst ausfallenden Antheile als caseïnhaltig beseitigt, reines Fibrin. Frisch dargestellt, ist das Fibrin eine zähe, durchscheinende, bräunlich gelbe, amorphe Masse, die durch Austrocknen mit absolutem Alkohol lederartig und gelblich weiß wird. In Wasser ist es unlöslich, wird aber durch Kochen mit Wasser auch in anderen Lösungsmitteln, wie verdünnte Essigsäure, Kalilauge u. s. w., unlöslich. In Weingeist von 30 bis 70° Tr. löst es sich in der Wärme auf, beim Erkalten fällt es zum größten Theil wieder nieder. In vielem Weingeist löst es sich auch in der Kälte und diese Lösung liefert beim Eindampfen auf der Oberfläche Häute, die, fortgenommen, stets von Neuem sich bilden. Dieses Verhalten zeigt nun Glutenfibrin. Diese Substanz steht dem Caseïn der früheren Analytiker der Getreidearten am nächsten.

Die alkoholischen Lösungen, aus denen das Fibrin abgeschieden ist, enthalten noch Mucedin und Gliadin. Nach Eindampfen auf ein kleines Volum fallen diese Körper beim Erkalten nieder, sie liefern eine hellgelbe, firnißartige Masse. Durch wiederholte Lösung der durch Aether von Fett befreiten Fällung in 60- bis 70-procentigem Weingeist und Versetzen dieser Lösung mit absolutem Alkohol schlägt man das Mucedin nieder, das Gliadin bleibt im Alkohol gelöst.

Das Mucedin bildet so im frischen Zustande eine schleimige, gelblich weiße, stark seidenglänzende, etwas durchscheinende Substanz, die zu einer hellgelben, klaren, spröden Masse eintrocknet. Charakteristisch für das Mucedin ist die Abscheidung desselben in Flocken, wenn man seine Lösung in schwachem Weingeist mit starkem Alkohol versetzt. Durch Kochen mit Wasser wird es kaum gelöst, aber es wird durch anhaltende Wirkung von siedendem Wasser gespalten in eine in Wasser lösliche und eine darin unlösliche Substanz. Dieser Körper wurde bei den früheren Untersuchungen des Klebers übersehen, wurde mit Pflanzenleim zusammen aus dem Rohmaterial abgeschieden. — Endlich Ritthausen's Gliadin bleibt in Form von dünnen, dem thierischen Leim täuschend ähnlichen Platten zurück bei der Verdunstung der alkoholischen von allen anderen Kleberbestandtheilen befreiten Lösung. Die Platten lösen sich von der Unterlage selbst ab in Folge von starker Zusammenziehung beim Trocknen. In nicht zu dicker Schicht ist die Masse klar durchsichtig und etwas gelblich gefärbt. In kaltem Wasser kaum löslich (die Lösung giebt aber doch mit Gerbsäure eine Trübung), löst sich das Gliadin, auch nach den Beobachtungen von Günsberg[1]), in heißem Wasser, scheidet sich aber beim Erkalten der Lösung wieder ab.

Beim anhaltenden Kochen mit Wasser wird das Gliadin ähnlich verändert, wie die übrigen Bestandtheile des Klebers. Frisch dargestellt, löst es sich in verdünnten Säuren und Alkalilösungen. Uebersättigt man diese alkalische Lösung mit Essigsäure und fügt dann Ammoniak hinzu, so fällt das Gliadin unverändert nieder. In Salzlösungen, auch wenn sie nur wenig Salz enthalten, löst sich das Gliadin nicht auf.

Aus diesen Andeutungen läßt sich entnehmen, daß es ungemein schwer ist, die Bestandtheile des Klebers in reinem Zustande herzustellen. Methoden, welche es erlaubten, auch noch quantitativ genau die verschiedenen Substanzen von einander zu trennen, giebt es nicht. Nach Ritthausen's Schätzung scheint Gliadin in kleinster Menge, die übrigen scheinen in nahezu gleichen Quantitäten vorhanden zu sein. Die von möglichst reinen Substanzen ausgeführten Analysen führten Ritthausen zu folgenden Mittelzahlen:

	Gliadin	Glutencaseïn	Glutenfibrin	Mucedin
Kohlenstoff . . .	52,6	51,0	54,31	54,11
Wasserstoff . . .	7,0	6,7	7,18	6,90
Stickstoff	18,06	16,1	16,89	16,63
Sauerstoff	21,49	25,4	20,61	21,48
Schwefel	0,85	0,8	1,01	0,88

[1]) J. pr. Chem. 85, 224.

Aus diesen Zahlen folgt, daß man den Klebergehalt im Getreide etwas zu niedrig findet, wenn man, wie es bisher allgemein geschieht, den Stickstoffgehalt des mit Wasser ausgewaschenen Mehlrückstandes unter der Voraussetzung auf Kleber umrechnet, daß man in letzterem 15,6 bis 16 Proc. Stickstoff annimmt. Da aber Ritthausen nicht angiebt, in welchem Verhältniß die in ihrem Stickstoffgehalte sehr verschiedenen Kleberbestandtheile in demselben vorhanden sind, so kann man aus seinen Zahlen keine andere Ziffer als mittleren Stickstoffgehalt des Klebers folgern.

Der Kleber ist für die Benutzung des Getreidemehles zur Brotbereitung von größter Bedeutung. Er ist ein stickstoffhaltiger Körper, der viel zur Nährkraft des Brotes beiträgt, er ist es vorzugsweise, der durch seine zähe Beschaffenheit im feuchten Zustande dem Teige die Fähigkeit giebt, die bei der Gährung entwickelte Kohlensäure festzuhalten, in Bläschen einzuschließen, die das Brot locker, leicht von den Verdauungsflüssigkeiten durchdringbar machen.

b. Der in kaltem Wasser lösliche Proteïnstoff des Weizens, das Albumin, ist in dem Wasser gelöst, mit dem man den Kleber aus dem Weizenpulver abgeschieden hat oder mit dem man bei der Stärkebestimmung die löslichen Substanzen des Weizens von den unlöslichen getrennt hat.

Verschiedene Methoden kann man hier zur quantitativen Bestimmung des Albumins anwenden. Entweder erhitzt man die durch Filtration geklärte wässerige Lösung direct zum Sieden, bringt dadurch das lösliche Albumin zum Gerinnen und sammelt dasselbe auf gewogenem Filter, trocknet es und bestimmt seine Menge durch Wägung. Diesen Weg schlug v. Bibra ein. Oder man dampft einen aliquoten Theil der wässerigen Lösung zur Trockne und bestimmt durch Verbrennen mit Natronkalk den Stickstoffgehalt in diesem Trockenrückstande. Aus dem Stickstoffgehalte kann man dann auf den Albumingehalt schließen, indem man den Gehalt des löslichen Eiweißes an Stickstoff berücksichtigt.

v. Bibra fand im Albumin 15,63 bis 15,67 Proc. Stickstoff, Peligot nahm den Stickstoffgehalt zu 16, Pillitz zu 15,5 Proc. Es kann demnach nicht auffallen, daß die Resultate dieser Forscher nicht ganz übereinstimmend sind. Eine Differenz in ihren Angaben wird auch noch dadurch bedingt, daß die wässerige Lösung des Getreidekornes nicht allein Albumin als stickstoffhaltigen Körper enthält, sondern daß im Filtrat von dem durch Sieden abgeschiedenen Eiweiß noch eine bisher nicht näher untersuchte stickstoffhaltige Substanz enthalten ist. Peligot und Pillitz, welche den Gesammtstickstoff des Trockenrückstandes der wässerigen Lösung auf Albumin berechneten, kamen also zu etwas zu hohen Zahlen. Endlich haben Peligot und Pillitz ganze Weizenkörner zerstoßen und zur Albuminbestimmung benutzt, während v. Bibra verschiedene Mehlsorten in dieser Richtung untersuchte.

Wiederholt ist schon darauf hingewiesen, daß namentlich die äußeren Schichten des Kornes reich an Proteïnsubstanzen sind, das ganze Korn muß daher von diesen Substanzen mehr enthalten, als das Mehl, bei dessen Bereitung gerade die äußeren Schichten des Kornes zum Theil entfernt werden.

v. Bibra fand in Weizenmehl 1,36 bis 1,50, in Speltmehl 1,20 Proc. Albumin. — Peligot erhielt 1,40 bis 2,4 Proc. Albumin. Nach Pillitz enthält:

Lufttrockner Weizen	0,29	bis	1,66	Proc. Albumin
Bei 100° getrockneter Weizen	0,35	„	1,79	„ „
Lufttrockner Spelt	2,27	„	2,43	„ „
Bei 100° getrockneter Spelt .	2,63	„	2,81	„ „

Das Albumin verhält sich in frisch gefälltem Zustande gegen Lösungsmittel ganz ähnlich, wie die Bestandtheile des Klebers. Im Brote trägt Albumin einerseits als stickstoffhaltiger Körper zur Nährkraft bei, andererseits aber wird auch der Widerstand des Teiges gegen das Entweichen von Gasen beim Backen durch das dann unlöslich gewordene Albumin erhöht [1]).

4. Die Mineralbestandtheile des Weizenkornes bilden die beim Verbrennen desselben zurückbleibende Asche. Man muß natürlich bei der Herstellung der Asche die quantitative Methode so einrichten, daß man keine fremden Substanzen in die Asche bekommt, daß man nichts von den Aschenbestandtheilen verliert und daß man möglichst wenig unverbrannte Substanz in der Asche behält. Die erste Bedingung erfüllt man am einfachsten durch sorgfältige Reinigung des Getreides vor der Einäscherung. Man wäscht die Körner zweckmäßig mit Wasser wiederholt ab, indem man das Getreide nicht zu lange mit Wasser in Berührung läßt, um nicht etwa lösliche Aschenbestandtheile auszuziehen. Die gewaschenen Körner reibt man nachher noch sorgfältig mit Leinwand ab, entfernt so allen etwa anhängenden Sand, allen das Getreide verunreinigenden Staub. Natürlich muß durch vorsichtiges Trocknen bei 100° C. das Korn wieder von Wasser vollständig befreit werden, ehe man eine bestimmte Menge desselben zur Veraschung abwägt. Das Einäschern selbst muß bei möglichst niederer Temperatur geschehen, damit von den flüchtigen Bestandtheilen der Asche nichts verdampft und damit nicht etwa geschmolzene Asche Kohlentheilchen einschließt und vor der Verbrennung schützt. Zweckmäßig verkohlt man zuerst die Körner in einer offenen Schale, laugt die Kohle mit Wasser aus, verascht die Kohle sodann in einem Platintiegel oder unter einer Muffel, durch welche Luft hindurchtritt, oder in einer Platinschale, über welcher ein Zugcylinder aufgestellt ist, vollständig, vereinigt mit der Asche derselben den wässerigen Auszug der Kohle, dampft das Ganze zur Trockne, erhitzt bis zum beginnenden Glühen und wägt nach dem Erkalten. Um beim Verbrennen einen Verlust an Schwefel (oder Phosphor) zu vermeiden, hat man wohl auch eine abgewogene Menge Baryt mit der Kohle geglüht (Strecker [2]), W. Mayer [3]).

---

[1]) Ueber die chemische Constitution dieser Proteïnsubstanzen weiß man sehr wenig. In neuester Zeit hat Schützenberger (Chem. Centr. 1875, Nr. 39 bis 44) einige Mittheilungen gemacht, welche diesen bisher dunkelen Punkt aufzuklären suchten. Er ließ Bariumhydrat auf verschiedene Eiweißkörper bei höherer Temperatur wirken und studirte die dabei erhaltenen Zersetzungsproducte. Es ist ihm gelungen, dadurch nachzuweisen, daß die Eiweißkörper neben Harnstoff oder Oxamid Amidosäuren enthalten, welche den Formeln

$$C_n H_{2n+1} NO_2, \quad C_n H_{2n-1} NO_4, \quad C_n H_{2n-1} NO_2$$

entsprechen. Gerade über die Proteïnsubstanzen des Pflanzenreiches fehlen indessen noch genauere Untersuchungen.

[2]) Ann. Chem. Pharm. 73, 339. — [3]) Ann. Chem. Pharm. 101, 129. —

Es ist aber zweifelhaft, ob hierbei nicht vielleicht die Aschenmenge dadurch erhöht wird, daß der Schwefel (oder Phosphor) der Eiweißkörper in Bariumsulfat (Phosphat) verwandelt wird (v. Bibra).

Die Menge der Asche im Weizen schwankt zwischen ziemlich weiten Grenzen. In getrocknetem Weizen fand W. Mayer als äußerste Grenzen 0,58 und 5,72 Proc. Asche. Way und Ogston[1]) erhielten 1,68 bis 2,19, v. Bibra bei sehr zahlreichen Untersuchungen 1,40 bis 2,89 Proc. Asche. Pillitz fand 1,68 bis 2,24 Proc. Asche im Weizen, 2,20 bis 2,21 Proc. im Spelt. Im Mittel kann man den Aschengehalt des getrockneten Weizens zu 1,9 Proc. annehmen. Die Aschensalze sind zum Theil im Wasser löslich, zum Theil darin unlöslich. Pillitz stellte fest, daß dem Weizenpulver 0,82 bis 1,66 Proc. Asche durch Wasser entzogen werden können, während 0,11 bis 1,15 Proc. in dem unlöslichen Rückstande bleiben. Die Zusammensetzung des löslichen und unlöslichen Antheiles der Asche untersuchte Pillitz nicht.

In fast unübersehbarer Anzahl aber liegen Angaben über die Zusammensetzung der ganzen Weizenasche vor. E. Wolff[2]) hat eine vollständige Zusammenstellung der betreffenden Untersuchungen geliefert. Dieselben wurden meistens zu agriculturchemischen Zwecken unternommen, der Einfluß der Bodenart, der Düngung, der Witterung und des Klimas auf die Cultur des Weizens sollte dadurch festgestellt werden.

Für die vorliegenden Zwecke würde es viel zu weit führen, hier eingehende Mittheilungen über die zahlreichen Analysen zu machen. Hier genügt es anzuführen, daß man in der Weizenasche gewöhnlich Kali, Natron, Kalk, Magnesia, Kieselsäure, Phosphorsäure, Schwefelsäure findet. Selten werden auch kleine Mengen von Chlormetallen nachgewiesen und in ganz vereinzelten Fällen Spuren von Kohlensäure. Die normale Weizenasche reagirt nicht oder kaum alkalisch, braust mit Salzsäure übergossen nicht auf. Als mittlere Zusammensetzung der Weizenasche giebt E. Wolff folgende an:

	Aschengehalt	K_2O	Na_2O	CaO	MgO	Fe_2O_3	P_2O_5	SO_3	SiO_2	Cl
Winterweizen .	1,97	31,16	2,25	3,34	11,97	1,31	46,98	0,37	2,11	0,22
Sommerweizen	2,14	29,99	1,93	2,93	12,09	0,51	48,63	1,52	1,64	0,48
Spelt	1,66	35,63	3,59	3,09	12,01	1,81	42,07	—	1,00	—

Aus diesen Zahlen folgt, daß die Asche des Weizens vorzugsweise aus Kali und Phosphorsäure besteht, zwei Substanzen, die von der größten Wichtigkeit für die Ernährung des menschlichen Körpers sind. Auch der Gehalt des Weizens an Mineralsubstanzen trägt also wesentlich zum Nährwerthe dieses Getreides bei.

[1]) Liebig's Jahresbericht 1849, 671. — [2]) Aschenanalysen landwirthschaftlicher Producte. 1871. Berlin.



Die verschiedenen Theile des Weizenkornes enthalten übrigens die Mineralsubstanzen nicht in demselben Verhältnisse, es scheinen die Salze an ganz bestimmte organische Bestandtheile des Kornes gebunden zu sein, namentlich ergiebt sich aus den sehr interessanten Untersuchungen von W. Mayer, daß der Gehalt des Kornes an Eiweißsubstanzen in directem Zusammenhange steht mit dem Gehalte an Phosphaten. Alle Pflanzentheile, welche lösliches Albumin enthalten, enthalten auch Phosphorsäure und Alkalien, überall wo unlösliche Proteïnsubstanzen in Pflanzen auftreten, fehlt es nicht an Phosphaten der alkalischen Erden. Wie schon erwähnt, liegen die Proteïnsubstanzen vorzugsweise in den äußeren Schichten des Kornes, dort ist also auch die Phosphorsäure vorherrschend aufgespeichert.

Mayer stellte die Thatsache fest, daß mit steigendem Stickstoffgehalte des Weizenkornes auch der Phosphorsäuregehalt zunimmt. Er fand

im Mittel	auf 1,078	Proc.	Phosphorsäure	2,20	Proc.	Stickstoff	im	Weizen
„ Minimum	„ 0,935	„	„	1,93	„	„	„	„
„ Maximum	„ 1,185	„	„	2,32	„	„	„	„

Solche Beobachtungen machten schon früher v. Fehling und Faißt[1]).

Zu ähnlichen Resultaten kam auch Ritthausen, als er zeigte, daß harter, kleberreicher Weizen 2,18 Proc. Asche mit 51,79 Proc. Phosphorsäure und 33,01 Proc. Kali liefert, während weicher, an Kleber armer Weizen 1,94 Proc. Asche mit 46,43 Proc. Phosphorsäure und 37,31 Proc. Kali enthält.

Die Mittheilungen über die Zusammensetzung des ganzen Weizens mögen ihren Abschluß finden in folgenden Tabellen, in denen die Resultate einiger Untersuchungen zusammengestellt sind.

---

[1]) Dingl. pol. J. **124**, 223.

Analyse von Weizenkörnern nach E. Peligot[1]).

100 Theile gemahlenen Weizens enthalten:	Weißer flandrischer Weizen.	Hardy white.	Weißer glatter Weizen aus der Provence.	Polish-Odessa-Weizen.	Igel-Weizen (hérisson).	Poulard, rother.	Poulard, blauer, kegelförmig (mittl. Jahrgang).	Poulard, blauer, kegelförmig (sehr trockner Jahrg.).	Mitadin, vom Süden.	Polnischer Weizen.	Ungarischer Weizen.	Aegyptischer Weizen.	Spanischer Weizen.	Tangarock-Weizen.
Wasser	14,6	13,6	14,6	15,2	13,2	13,9	14,4	13,2	13,5	13,2	14,5	13,5	15,2	14,8
Fett	1,0	1,1	1,3	1,5	1,2	1,0	1,0	1,2	1,1	1,5	1,1	1,1	1,8	1,9
Stickstoffhaltige, in Wasser unlösliche Körper	8,3	10,5	8,1	12,7	10,0	8,7	13,8	16,7	14,4	19,8	11,8	19,1	8,9	12,2
Stickstoffhaltige, in Wasser lösliche Körper	2,4	2,0	1,8	1,6	1,7	1,9	1,8	1,4	1,6	1,7	1,6	1,5	1,8	1,4
Dextrin	9,2	10,5	8,1	6,3	6,8	7,8	7,2	5,9	6,4	6,8	5,4	6,0	7,3	7,9
Stärkemehl	62,7	60,8	66,1	61,3	67,1	66,7	58,4	59,7	59,7	55,1	65,6	58,8	63,6	57,9
Zellstoff	1,8	1,5	—	—	—	—	1,5	—	1,4	—	—	—	—	2,3
Asche	—	—	—	1,4	—	—	1,9	1,9	1,7	1,9	—	—	1,4	1,6

[1]) Dingl. pol. J. 111, 446. Bei 3, 5, 6, 11, 12 ist in der Stärke der Gehalt an Zellstoff und Asche, bei 4, 8, 10 und 13 ist in der Stärke der Gehalt an Zellstoff inbegriffen.

Weizenanalysen von W. Pillitz [1]).

100 Theile lufttrocknen Weizens enthalten:	Stammbaum-Weizen.	Prinz-Albert-Weizen.	Brovik's-reed-Weizen.	Weißer flandrischer Sammt-Weizen.	Rheinischer Weizen von Cleve.	Dinkel.	Spelt.
Feuchtigkeit	12,75	12,44	12,27	12,28	12,35	12,82	13,10
Stärke	64,58	64,36	61,27	62,22	63,10	61,61	61,72
Unlösliche Asche	1,00	0,60	0,53	0,10	0,20	0,65	0,52
Fett	1,61	1,75	1,56	2,28	1,78	2,96	2,53
Zellstoff	2,71	2,65	4,16	4,30	3,86	2,27	2,92
Unlösliche Eiweißstoffe	9,65	9,53	11,29	9,48	9,56	9,47	9,03
Dextrin	1,53	1,99	4,60	4,02	1,62	1,32	2,12
Zucker	1,39	1,36	0,93	0,53	0,51	0,92	1,06
Lösliche Eiweißstoffe	0,29	0,33	0,84	1,66	1,38	2,43	2,27
Lösliche Asche	0,71	0,91	1,42	1,38	1,44	1,30	1,39
Extractivstoffe	3,59	3,94	0,71	1,64	3,27	3,68	2,59

[1]) Zeitschr. anal. Chem. 1872, 61.

Fehling und Faißt[1]) fanden in 100 Theilen:

	Winterigelweizen 1850 von Hohenheim.	Winterigelweizen 1851 von Hohenheim.
Wasser	14,78	16,08
Trockensubstanz . .	85,22	83,92

100 Theile trockner Substanz enthielten:

Proteïnkörper	13,24	12,59
Stärke und Fett	81,95	82,12
Zellstoff	2,84	3,32
Asche in Summa	1,97	1,97
Phosphorsäure	0,71	0,72
Kieselsäure	0,14	0,14

J. Reiset[2]) verglich die Zusammensetzung der großen und kleinen Körner derselben Weizenart. Er fand, daß die kleinen Körner reicher an stickstoffhaltigen Körpern und Asche sind, während die großen mehr Wasser enthalten. Folgende Zahlen beweisen das:

100 Theile Körner enthalten:

Spalding-Weizen 1852	Wasser	Stickstoff	Kleber	Asche
kleine Körner .	17,9	2,48	17,50	2,25
große Körner .	19,1	2,33	14,56	2,21
Victoria-Weizen 1852				
kleine Körner .	16,8	2,44	15,25	2,18
große Körner .	17,58	2,08	13,00	1,97
Albert-Weizen 1852				
kleine Körner .	18,34	2,59	15,62	2,11
große Körner .	18,70	2,35	14,68	2,08

A. Müller[3]) endlich untersuchte zwei Sorten von Weizenkörnern, die aus derselben Art Weizen durch Werfen erzeugt waren. Von der schweren Sorte füllten 76,75 Kg ein Hectoliter an, während das Gewicht eines Hectoliters der leichteren Sorte 52,55 Kg betrug. Er fand, daß die schwere Sorte reicher an Stärke ist, als die leichte, daß letztere aber mehr Zellstoff, stickstoffhaltige Substanz und Zucker enthält, als erstere. 100 Thle. Körner enthielten:

---

1) Dingl. pol. J. 124, 223. — 2) Dingl. pol. J. 129, 304. — 3) Muspratt's Chemie, deutsch von Stohmann und Kerl, dritte Aufl. Bd. 1, S. 1555.

Wasser	15,65	15,56
Zellstoff	2,54	6,04
Asche	1,57	1,80
Proteïnkörper	11,84	12,97
Fett	2,61	2,39
Zucker	1,41	2,40
Stärke	64,38	58,84

Zur Mehl- und Brotbereitung wird in der Regel schwerer Weizen dem leichten vorgezogen. Weizen, von dem 0,73 Kg 1 l füllen, gehört zu den guten, mehlreichen. „Milder“ Weizen, der auf dem Querschnitt weiß und mehlig erscheint, wird gern verarbeitet, er liefert viel und weißes Mehl und Brot, während „harter“ Weizen, dessen Bruchfläche hornartige Beschaffenheit, zuweilen nur in einigen Flecken zwischen den mehligen Partien zeigt, weniger und nicht sehr weißes Mehl entstehen läßt. Schönes hellglänzendes Aeußere bei eirunder, voller Form, Gleichmäßigkeit, nicht zu geringer Größe und dünnhülsiger Beschaffenheit der Körner sind die Eigenschaften, welche die Praxis an einem gutem Weizen schätzt. Auch schon länger gelagerter Weizen muß nach dem Waschen mit Wasser und langsamen Trocknen seine ursprüngliche Farbe, seinen Glanz wieder erlangen. — Diese guten Eigenschaften behält das Getreide dauernd, wenn es sorgfältig aufbewahrt wird. Bei der Einrichtung von Getreidespeichern ist dafür Sorge zu tragen, daß das Korn trocken und kühl lagert, daß es der Luft und dem Lichte gehörig ausgesetzt wird. Dumpfe, warme Feuchtigkeit in dunkeln Räumen begünstigt das Verderben des Weizens in hohem Grade. Gerade unter diesen Verhältnissen entwickeln sich gern Schimmelvegetationen auf dem Getreide, diese Pilze dringen auch in das Innere der Körner ein und geben Veranlassung zur Zersetzung der Bestandtheile; das Korn wird stockig, verliert an Werth. Häufiges Lüften und Umschaufeln des Getreides, namentlich wenn es frisch geerntet ist, ist durchaus erforderlich. Natürlich muß auch durch geeignete Siebe vor den Oeffnungen des Speichers das Eindringen von Vögeln und sonstigen größeren Thieren verhindert, schädliche Insecten (so der schwarze Kornwurm (Calandra granaria), die Kornmotte (Tinea granella) ꝛc.) müssen besonders durch häufiges Lüften und vollen Lichtzutritt abgehalten werden. Eine große Anzahl von Vorschlägen ist für die Herrichtung von Getreidespeichern, Getreidegruben (Silos) u. s. w. gemacht. Auf ihre Schilderung näher einzugehen, ist hier nicht der Ort.

Häufig enthält der Weizen auch fremde Samenkörner, die entfernt werden müssen vor dem Vermahlen. Sie beeinträchtigen die Farbe des Mehles, verschlechtern dessen Geschmack und sind zuweilen nicht unschädlich. Besonders unangenehm wirkt bei dem Vermahlen der wilde Knoblauch (Alliumarten), dessen kleine, schwarze, an beiden Enden zugespitzte Samenkörner durch ihren Fettgehalt die Mühlsteine schlüpfrig machen. Giftig wirken die haferähnlichen Körner von dem sogenannten Taumellolch (lolium temulentum) und das Mutterkorn, ein besonderer Entwickelungszustand eines Pilzes (claviceps purpurea) der in Form von schwarzviolett gefärbten, langen, dreikantig prismatischen Körpern dem Getreide beige-

mischt ist. Färbend und den Geschmack des Mehles beeinträchtigend wirken Erbsen, Wicken, Rodel (Melampyrum) u. s. w.

Endlich kommen im Getreide Strohstückchen, Spelze, Sand, Staub, Steinchen u. s. w. vor. Von allen diesen Körpern muß der Weizen vor dem Vermahlen möglichst befreit werden. Dazu sind wieder die verschiedenartigsten Maschinen construirt, die entweder auf trocknem Wege durch Siebe von bestimmter Maschenweite, durch Flächen mit Vertiefungen, in denen kleine Samen liegen bleiben, während die größeren Getreidekörner darüber fortrollen, durch Ventilatoren u. s. w. wirken, oder bei denen ein Waschen des Getreides und nachheriges Trocknen bezweckt wird. Ein vollständiges Austrocknen der Körner ist nachher kaum wieder zu erreichen, die oberflächlich trocknen, im Inneren feuchten Körner aber lassen sehr leicht beim Vermahlen viel Mehl an der Kleie, es sind Verluste an Mehl kaum zu vermeiden. Das Waschen des Getreides kann daher nicht empfohlen werden, jene oben erwähnten, trocken wirkenden Maschinen, deren Construction hier nicht näher besprochen werden kann, sind jedenfalls vorzuziehen.

Das Weizenmehl[1]). Um die Vorgänge beim Vermahlen des Weizens richtig erkennen, die Producte, die man dabei erzielt, ihrem Werthe nach schätzen zu können, ist es vor Allem nöthig, den Bau des Weizenkornes etwas genauer ins Auge zu fassen. Wird doch das Getreidekorn bei dem Vermahlen mechanisch in Theile zerlegt, die als feines und grobes Mehl, Gries, Kleie u. s. w. bezeichnet werden, Substanzen, die namentlich von einander sich dadurch unterscheiden, daß sie die Schichten der Körner in verschiedenen Mengen enthalten, bald aus den äußeren, bald aus den inneren Lagen des Kornes vorzugsweise bestehen.

Das Weizenkorn ist nackt, nicht von Spelzen bedeckt, seine Gestalt ist eiförmig, an der Rückenfläche ist es stumpf gekielt, an der Bauchfläche mit einer tiefen Längsfurche versehen, an der oberen Spitze ist es behaart. Das Korn vom Spelt und Dinkel zeigt dasselbe äußere Ansehen, wenn es durch die Operation des Gerbens oder Schälens von den Spelzen befreit ist. Das Weizenkorn besteht im Wesentlichen aus vier Theilen, der äußeren Haut, der Kleberschicht, dem Mehlkern und dem Keim. Während der Mehlkern von der Kleberschicht und diese von der äußeren Haut bedeckt wird, liegt der Keim seitlich in einer Mulde des Mehlkernes, aber auch er ist von Kleberschicht und Oberhaut fast ganz bedeckt. Betrachtet man einen dünnen Schnitt, der parallel mit dessen Längsachse aus dem Korne genommen ist, unter dem Mikroskop, so erkennt man die Gliederung der einzelnen oben erwähnten Theile des Weizenkornes.

Fig. 1 (a. f. S.) zeigt die verschiedenen Theile des Weizenkorns in schematischer Zeichnung. Die rechte Seite der Abbildung stellt einen Längsschnitt dar, auf der linken Hälfte sind die über dem Mehlkern liegenden Schichten aufgerollt angedeutet.

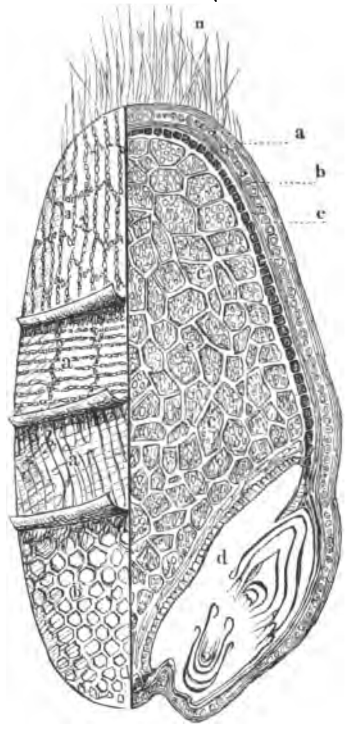
---

[1]) Friedr. Kick, Die Mehlfabrikation. Leipzig 1871.

[2]) Die folgenden Zeichnungen sowie die später gegebenen vom Roggen verdanke ich der großen Freundlichkeit des Herrn Dr. Wittmack in Berlin. — Einige sind entnommen aus dem oben erwähnten Werke von Kick, einige endlich aus Wiesner's „Rohstoffe des Pflanzenreichs".

Fig. 2 enthält die Theile des Weizenkornes, wie sie bei starker (etwa 500 facher) Vergrößerung eines dünnen Querschnitts unter dem Mikroskop erscheinen. In derselben Vergrößerung zeigen die Figuren 3 bis 7 die einzelnen Theile des Weizenkornes.

Fig. 1.



a. Die äußere Haut zeigt sich dann aus mehreren Schichten von leeren Zellen bestehend. Die das ganze Korn begrenzende Oberhaut (Fig. 3) ist hell bräunlich gefärbt, sie besteht aus längsgestreckten tafelförmigen Zellen mit derben, großgetüpfelten Wänden. Am Scheitel der Frucht nehmen diese Zellen allmälig polygonale Gestalt an, sie erscheinen kürzer, mehr gerundet und lassen aus sich lange zugespitzte, dickwandige Haare hervortreten (Fig. 4 a. f. S).

Unter dieser Oberhaut folgt zunächst die Mittelschicht, welche ebenfalls langgestreckte, aber in der Regel stark zusammengedrückte Zellen enthält. Im Querschnitt erscheint diese Schicht als farbloser Streifen, der erst beim Erwärmen des Schnitts in Wasser oder besser Kalilauge so aufquillt, daß die Zellen deutlich zu erkennen sind. Die dritte Schicht der äußeren Haut, die der Querzellen (Fig. 5 a. f. S.), ist aus Zellen zusammengesetzt, deren Längs-

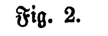


Fig. 2.

a b c

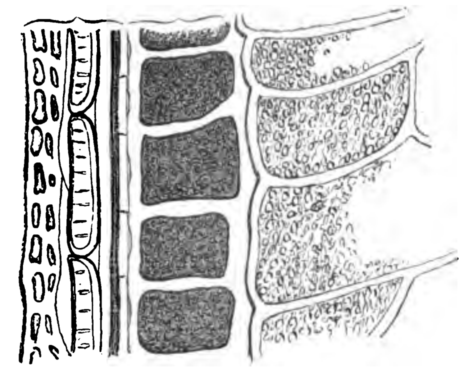
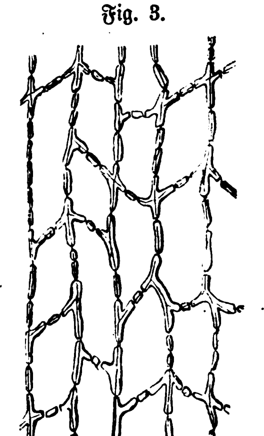


Fig. 3.



richtung quer gegen die Hauptachse des Kornes gerichtet ist. Diese Schicht ist im Schnitt unter dem Mikroskop deutlich zu erkennen, sie enthält Zellen, welche

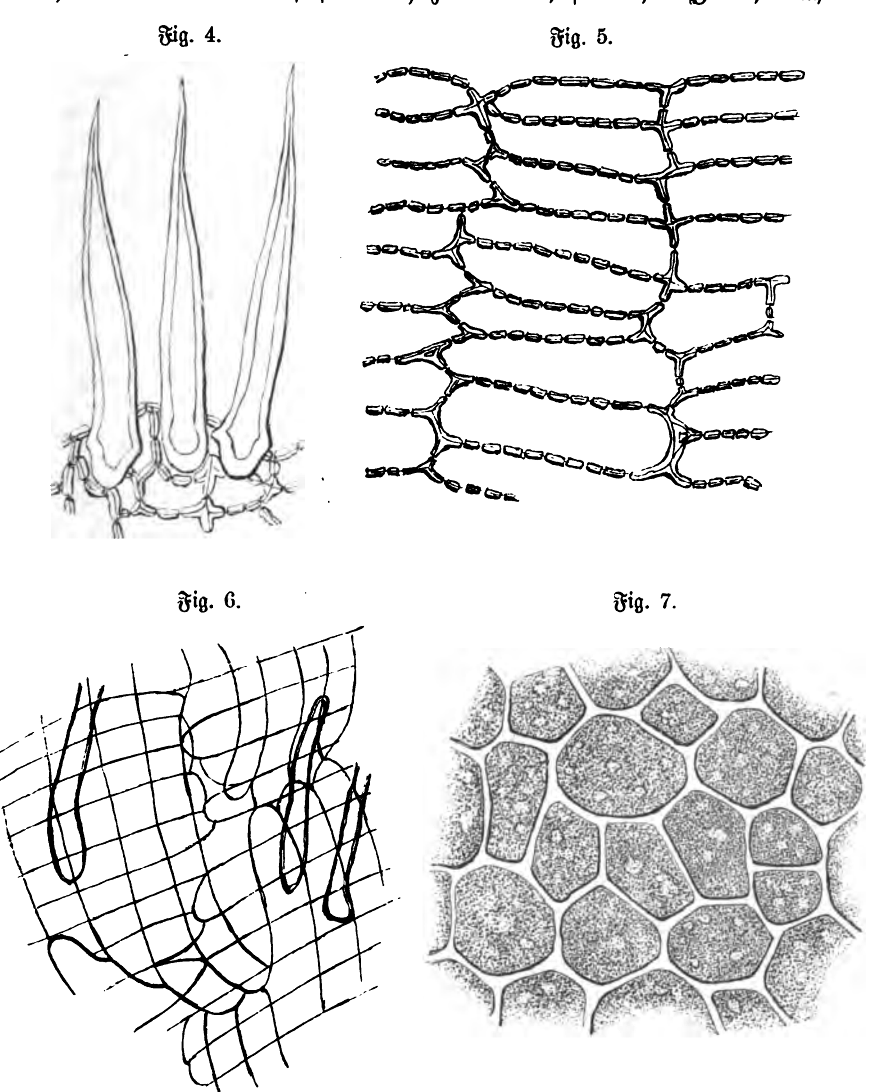


Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7.

0,088 bis 0,1982 mm lang und 0,0220 bis 0,0264 mm hoch sind. Auf der Innenfläche werden die Zellen dieser Schicht gekreuzt von Schläuchen, die zu einem sehr lockeren Gewebe vereinigt sind. Den letzten Theil der äußeren Hülle des Kornes bildet die Samenhaut (Fig. 6). Sie erscheint im Querschnitt in der Regel als gelbe oder rothbraune Linie, die häufig erst nach dem Erwärmen des Schnitts mit

Wasser als Schicht erkannt wird. Bei starker Vergrößerung sieht man, daß auch diese Samenhaut aus zwei über einander liegenden Zellenschichten besteht, deren Zellen in ihrer Längsrichtung senkrecht zu einander stehen.

b) Die Kleberschicht (Fig. 2 Querschnitt, Fig. 7 Flächenansicht) besteht aus einer einfachen Reihe von Zellen, die an einander gelagert den Mehlkern fast ganz umhüllen. Die Zellen der Kleberschicht erscheinen im Querschnitt nahezu quadratisch, die Seitenlinie dieser Quadrate ist etwa 0,0660 mm lang; von der Fläche gesehen erscheinen diese Zellen polygonal. Die Wände derselben sind derb, farblos, stark quellend, sie bestehen aus Cellulose. Der Inhalt der Zellen aber ist aus schwach gelbgefärbten, rundlichen Körnchen zusammengesetzt, die von Jodlösung gelbbraun, von Cochenilleauszug roth gefärbt werden, sich dadurch als aus stickstoffhaltigen Eiweißkörpern bestehend erweisen. Unmittelbar an diese Kleberschicht schließt sich

c. Der Mehlkern. Er ist aus großen farblosen, dünnwandigen Zellen zusammengesetzt, welche neben feinkörnigen Protoplasmamassen Stärkemehl als wesentlichsten Bestandtheil enthalten. Die Protoplasmakörnchen werden durch Cochenilleauszug roth gefärbt, die Stärke und die Zellenwandungen nicht, so daß man in dieser Flüssigkeit ein Mittel hat, um die Füllung der Zellen in ihrer Verschiedenheit zu erkennen. Das Stärkemehl des Weizenkernes (Fig. 2) besteht aus zahlreichen großen und kleinen Körnern, Mittelformen kommen selten vor. Die Stärkekörner haben einen Durchmesser von 0,0252 bis 0,0396 mm. Sie erscheinen linsenförmig rund, oder breit nierenförmig und zeigen in frischem Zustande die Schichtung und die Kernhöhle nicht deutlich. Ausgetrocknet erscheinen sie deutlich geschichtet und die Kernhöhle tritt hier meistens in Spalten und sternförmigen Rissen hervor.

d. Der Keim endlich besteht aus sehr zarten Zellen, die neben einem Zellkern Protoplasma enthalten. In dem Keim sind schon die Theile der künftigen Pflanze zu erkennen, Wurzelkeim (aus drei Wurzeln bestehend) nnd Blattkeim liegen neben einander. Der Keim schließt sich unmittelbar an den Mehlkern an, ist von diesem nur durch eine Schicht von zusammengedrückten farblosen, inhaltsleeren Zellen geschieden.

Bei der Bereitung des Mehles aus dem Weizenkorn ist es nun das Hauptziel, die zur Ernährung des Menschen nützlichen Bestandtheile zu isoliren, sie von den nicht ernährenden zu trennen; dabei strebt man zugleich dahin, ein möglichst weißes Mehl zu erhalten. Beide Ziele sind schwer gleichzeitig zu erreichen. Es ist natürlich, daß man wünscht, die äußere, fast ganz aus Cellulose bestehende Schicht des Kornes, sowie den Keim zu entfernen; diese Bestandtheile des Weizens tragen in keiner Weise zur Nährkraft des Mehls bei, sie gehen durch den menschlichen Organismus unverändert hindurch, wie das Stroh, zu dessen Verdauung die menschlichen Organe nicht eingerichtet sind. Gerade diese Theile des Kornes sind auch grau oder gelb gefärbt, sie verderben, wenn sie in das Mehl gerathen, dessen Farbe. Sehr schwer oder kaum ist aber diese Trennung der äußeren Haut und des Keimes vom übrigen Korn zu erreichen, ohne dieses selbst zu verletzen, ohne werthvolle Bestandtheile von demselben abzureißen. Gerade unmittelbar unter der äußeren Holzhaut liegt ja die ebenfalls schwach gelb gefärbte

Kleberschicht, welche durch ihren hohen Gehalt an Proteïnsubstanzen besonders nahrhaft ist. Bei Herstellung eines ganz weißen Mehles muß auch sie, wenigstens theilweise, entfernt werden.

Die Erzeugung eines hochfeinen, weißen Mehles und die Erhaltung der gesammten Nährkraft des Kornes sind also kaum mit einander zu vereinigen. Mehl, welches die Gesammtheit der ernährenden Bestandtheile des Kornes enthält, kann nicht vollständig weiß sein, ein ganz weißes Mehl kann nur erzeugt werden unter Verlust an Nährkraft des Kornes.

Man hat Maschinen construirt, welche das eigentliche Vermahlen des Getreides vorbereiten sollen, Schälmaschinen der verschiedensten Art, durch welche die Entfernung der Holzhaut und des Keimes erreicht werden soll. Eine einfache Betrachtung wird zeigen, daß solche Maschinen ihren Zweck niemals vollständig erreichen können. Abgesehen davon, daß bei dem dichten Aneinanderhaften der verschiedenen Schichten des Kornes ein Abreiben von Holzhaut und Keim nicht vorzunehmen ist, ohne die tiefer liegenden Schichten zu verletzen, ist es jedenfalls nie möglich, aus der tiefen Furche des Weizens, in welche die sämmtlichen oberen Schichten des Kornes in einer Falte eintreten, diese äußeren Theile des Getreides zu entfernen. Es wird also auch durch einfaches Zerreiben des geschälten Kornes nie gelingen, ein ganz weißes, von den gefärbten Schichten des Weizens befreites Mehl zu erzeugen, auch bei dem Verarbeiten von geschältem Weizen muß darauf Rücksicht genommen werden, die holzigen Hautreste von dem eigentlichen Mehle zu trennen. Immerhin wird durch die Schälmaschinen ein nicht unbeträchtlicher Theil der äußeren Haut und des Keimes, das Bärtchen, entfernt, die Schälmaschinen reinigen also das Getreide gleichsam wie intensiv wirkende Putzmaschinen und von diesem Gesichtspunkte aus erscheint deren Anwendung rationell, sie erleichtern die Gewinnung eines schönen Mehles. Es hat auch nicht an Vorschlägen gefehlt, welche auf chemischem Wege eine Entfernung der Schale des Kornes erreichen wollten, man hat z. B. schwach alkalische Flüssigkeiten auf das Korn einwirken lassen, hat dadurch die Schale losgelöst, man hat selbst zu concentrirten Säuren seine Zuflucht genommen, die man kurze Zeit mit dem Getreide in Berührung brachte, um es nachher mit Wasser zu waschen. Eingang haben diese Vorschläge in der Praxis kaum gefunden. Die Müller sind nicht gewohnt, mit solchen Reagenzien umzugehen, und bei ungeschickter Behandlung des Getreides mit solchen Lösungen tritt zu leicht eine Schädigung desselben ein.

Bei dem eigentlichen Vermahlen des Kornes werden die verschiedenen Schichten desselben zerrieben, zermalmt, in dem Producte dieser Operation finden sich sämmtliche Schichten des Kornes in zerkleinertem Zustande vor. Wären alle Bestandtheile des Getreidekornes in gleicher Weise zerkleinert, so würde das Gemisch der verschiedenen Schichten ein graues Mehl vorstellen, das ein unansehnliches Brot lieferte, geringen Handelswerth besäße. Eine solche gleichmäßige Zerkleinerung sämmtlicher Bestandtheile des Kornes ist aber auch nicht zu erreichen. Höchstens würde das etwa gelingen, wenn man das Getreide vor dem Vermahlen röstete, vollständig entwässerte; dann würde sich ein ganz feines Pulver von sämmtlichen Schichten des Kornes erzeugen lassen. Am lufttrocknen Getreide aber setzen die äußeren Hüllen und der Keim der zerreibenden Wirkung der Mahlgänge einen

größeren Widerstand entgegen. Die Fruchthaut, Samenhaut, die Kleberschicht und der Keim sind zähe, sie werden nicht so weit zerkleinert, als der innere Mehlkern. Durch Benutzung von feinen Sieben (aus Beuteltuch) kann man also das feine Mehl von den größeren Stücken der äußeren Hülle, der Kleie, absondern. Vollständig ist natürlich diese Trennung nie, einzelne Theilchen der Kleie werden ebenso zerkleinert, wie das Mehl, und diese Kleientheilchen gehen dann also mit dem Mehle durch die Maschen des Beutelzeuges hindurch.

Zuweilen sucht man die Zähigkeit der Getreidehülle noch dadurch zu vermehren, daß man das Getreide mit Wasser annetzt. Man besprengt die Haufen mit Wasser, schaufelt tüchtig um und läßt 1 bis 2 Stunden liegen, damit die Körner das Wasser gehörig aufnehmen. Allerdings wird durch diese Feuchtigkeit, die man zuführt, die Absonderung der Kleie erleichtert, so daß manche Weizenarten, z. B. für überseeischen Transport künstlich in der Wärme getrocknetes Getreide oder sehr harter, glasiger Weizen die Benetzung geradezu nothwendig haben, da sie ohne Wasserzusatz zu viel Kleie in das Mehl gerathen lassen würden; aber man muß mit dem Netzen des Getreides sehr vorsichtig sein, aus genetztem Weizen erhält man sehr leicht feuchtes Mehl und solches verträgt ein längeres Aufbewahren nicht, es ist dem Verderben ungemein leicht ausgesetzt.

Der Betrieb der Mühlen ist ein zweifacher. Entweder zerkleinert man das Getreide durch die Mahlgänge möglichst rasch, bei thunlichster Schonung der Schale und trennt die Producte dieser Bearbeitung der Körner durch einfaches Beuteln in Mehl und Kleie; oder die Zerkleinerung wird stufenweise vorgenommen, nach jeder Zerkleinerungsoperation folgt eine sorgfältige Sichtung und Reinigung der erhaltenen Producte durch Siebe und Anwendung eines Luftstromes, so daß vor weiterer Zermalmung die Schale jedesmal möglichst entfernt wird. Die Mühlsteine müssen bei diesen verschiedenen Mahlverfahren verschieden gegen einander angeordnet werden. Für rasche intensive Zerreibung des Kornes müssen die Steine einander möglichst genähert werden, bei der stufenweisen Zerkleinerung dagegen ist eine größere Entfernung der Steine von einander geboten, die reibenden Flächen stehen höher über einander. Daher bezeichnet man die beiden Methoden des Mühlenbetriebes als Flachmüllerei und Hochmüllerei. Die Flachmüllerei ist die ältere, einfachere, billigere, mit ihr gelingt es rasch eine größere Menge von Getreide zu vermahlen, aber das Mehl wird nie so fein, wie bei der Hochmüllerei, die namentlich zur Erzeugung von Handelswaare immer mehr benutzt wird.

Bei der Flachmüllerei werden die Getreidekörner nach einer vorhergehenden Schälung durch Schälmaschinen oder einen „Spitzgang" zwischen eng gestellten Steinen vollständig zu Mehl vermahlen. Bei dieser energischen Reibung erhitzt sich das Mehl bis auf 40° C., es muß daher abgekühlt werden. Sodann wird das Mehl abgebeutelt, durch Siebcylinder wird das Mehl getrennt von den noch vorhandenen gröberen Partien des Kornes, die man je nach ihrer Größe als Dunst, Gries, Kleie bezeichnet. Dieses Gemisch kommt aufs Neue zwischen die Mühlsteine, wird wieder zerrieben, wieder gesiebt und so wieder die Kleie vom Mehle getrennt. Dadurch daß man Dunst, Gries und Kleie durch Separationstrommeln nach ihrer Größe sortirt, kann man aus dem isolirten Dunst und Gries wohl auch feineres Mehl erzeugen. Mit allen Mitteln muß man bei der Flachmüllerei

einem Zerreißen der Getreideschale entgegenwirken, richtige Art, Schärfung und Stellung der Steine, Benetzung des Getreides u. s. w. lassen sich dazu anwenden. Aber ein Zerreißen der Schale ist nicht ganz zu vermeiden, auch aus dem angenetzten Getreide verflüchtigt sich bald das Wasser zum großen Theile bei der Erhitzung durch die Reibung, die Schalen werden wieder spröde. Feine Schalensplitterchen, die durch die Beutelsiebe nicht aus dem Mehle zu entfernen sind, gelangen mit in das Mehl und beeinträchtigen dessen Farbe. Leicht tritt auch bei der Flachmüllerei eine zu weit gehende Zerkleinerung des Getreides ein, das Korn wird zerschliffen und liefert dann Mehl von schlüpfrigem, schliffigem Griff, eine Eigenschaft, die die Bäcker sehr ungern sehen, weil solches Mehl keinen zähen Teig, kein lockeres Brot liefert. Im Durchschnitt bekommt man nach Kick aus 100 Thln. Weizen

73 Thle. Mehl Nr. 1, 2, 3,
7 „ „ „ 4 bis 5,
17 „ Kleie und Staubmehl.

Fr. Knapp[1]) giebt an, daß in älteren Mühlen aus 100 Thln. Weizen ermahlen würden Feinmehl 55 Thle., Mittelmehl 18 Thle., Schwarzmehl 9 Thle., Kleie 18 Thle.

In Thiel's[2]) Bericht über die Mahlproducte auf der Wiener Ausstellung wird angegeben, daß bei der Flachmüllerei aus 100 Thln. Weizen in drei Mühlen erhalten wurden:

	I		II		III	
Mehl Nr. 0 . . .	65,0	74	65,0	80	75,05	79,95
„ „ 1 . . .	6,0		8,0		4,90	
„ „ 2 . . .	3,0		7,0		—	
Pollmehl	2,5		—		—	
Griesfleie	3,0		—		6,70	
Feine Kleie . . .	—		12,5		—	
Grobe Kleie (Schalen)	15,5		5,5		11,15	
Abgang	5,0		2,0		2,20	

Namentlich für weiche Weizensorten, welche einen leicht zerreibbaren Kern in der zähen Hülle besitzen, bei denen also das weiche Mehl eine schützende Unterlage für die Kleie bildet, ist auch heute noch das Flachmahlverfahren vielfach in Anwendung.

In Bezug auf die Weiße des Mehles, das man aus dem Weizen erhalten kann, ist indessen die Hochmüllerei der Flachmüllerei entschieden überlegen. Auch bei dem Hochmahlen werden die geputzten Körner zunächst einem „Spitzen“, „Koppen“ unterworfen, einer Operation, die das Korn abrundet und auch wohl „Hochschroten“ genannt wird, wenn dabei die Körner zerbrechen in Folge des energischen Angriffs der Steine. Bei dieser ersten Behandlung bildet sich etwas

[1]) Nahrungsmittel S. 123.
[2]) Amtlicher Bericht der Centralcommission des deutschen Reiches über die Weltausstellung in Wien im Jahre 1873. Bd. 1, S. 161.

Mehl, Hülsenstückchen und Keime werden abgestoßen, Theile von ihnen gelangen in das Mehl, dasselbe ist daher dunkel gefärbt. Geringwerthiges Mehl und Kleie entstehen also neben den Stücken, in welche das Getreidekorn zerbrochen wird. Diese geschälten Körner oder das aus ihnen entstandene Hochschrot kommt nun zum ersten Schroten, die Mahlsteine werden einander mehr genähert als vorher, eine weitere Zerkleinerung findet statt. Das Resultat ist die Entstehung von Schrot, Gries, Dunst und Mehl. Durch Sortircylinder werden diese Producte des ersten Schrotens von einander getrennt. Das hier erzeugte Mehl enthält noch viel Schalenpartikelchen, viel von der Kleberschicht, dasselbe besitzt eine dunkele Farbe, es heißt „Pollmehl", aus ihm lassen sich die Schalenpartikelchen nicht mehr entfernen. Auch der Gries und der Dunst, die allerdings schon sehr reich an Theilen von dem eigentlichen Mehlkern sind, sind doch gemengt mit Kleie, welche dieselbe Größe wie die Grieskörner besitzt. Der Gries und der Dunst werden nun in Griesputzmaschinen der Wirkung eines Luftstromes ausgesetzt. Die specifisch leichte Kleie wird hier von dem Luftstrome weiter fortgeführt, als die specifisch schwereren Griese und Dünste, die Kleie wird also durch diese Operation entfernt, man bekommt reine Griese, Kerngriese, die bei weiterer Zerkleinerung sehr reines Mehl, „Auszugsmehl", liefern. Das erste Schrot wird nun weiter vermahlen, es erfolgt wieder neben Mehl, Dunst und Gries feines Schrot, welches den Namen Auflösung führt.

Diese Producte werden wieder nach Korngröße sortirt, das Mehl wird beseitigt, es ist noch ziemlich dunkel, Dunst, Gries und Auflösung werden aber in Putzmaschinen von Kleie möglichst befreit und dann weiter zerkleinert. So folgt ein drittes, viertes Schroten, jedes Mal werden die entstehenden Producte von einander abgesiebt und durch Putzmaschinen von Kleie befreit. Bei diesem wiederholten Schroten werden die Mahlsteine einander immer mehr genähert, schließlich wird dadurch das Schrot, die Auflösung nicht mehr zerbrochen, die letzten übrig bleibenden Massen besitzen Schalenform, sie bestehen aus Kleie mit allerdings noch anhängenden Theilen des Mehlkernes, die aber nicht mehr als Gries abzustoßen sind. Diese noch mehlreiche Kleie, der „Haspan" oder Weißstreifen, wird noch einmal durch den Mahlgang gelassen, man bekommt dadurch noch eine Mehlsorte und ausgemahlenen Haspan oder Schwarzstreifen, Kleie, die als Viehfutter Benutzung findet. Man erhält also beim Hochmahlen neben mehr oder weniger feinem Mehle und Kleie reine Griese (Dünste) und „Ueberschläge", in denen noch Griese und Kleie gemischt sind. Diese Ueberschläge können natürlich mit den unreinen Griesen und Dünsten von späteren Operationen, mit denen sie gleiche Korngröße besitzen, vereinigt werden, um in Putzmaschinen auf reine Griese verarbeitet zu werden. Das letzte Ziel ist es selbstverständlich auch hier, die Theilchen des reinen Mehlkernes von Kleie zu trennen und aus den reinen Partikelchen des Mehlkernes durch einfaches Niedermahlen reines Mehl zu erzeugen.

Es ist entschieden möglich, bei dieser Hochmüllerei reinere, weißere Mehlsorten zu erzielen, als nach der Flachmüllerei. Nach Thiel[1]) erhält man bei der Hochmüllerei aus 100 Thln. Weizen:

---

[1]) A. a. O. S. 162.

Kaiserauszugsmehl	23,3	71,3
Mehl Nr. 00	5,6	
„ „ 0	5,8	
„ „ 1	8,3	
„ „ 2	11,2	
„ „ 3	15,0	
Nachgang	2,1	
Grieskleie	0,8	
Feine Kleie	8,8	
Grobe Kleie	10,1	
Spitzkleie	1,7	
Abgang	3,9	
Verlust	4,2	

Die verschiedenen Nummern des Mehles sind wesentlich bedingt durch ihre Farbe und diese ist wieder abhängig von dem Gehalte an Kleie. Je höher die Nummer des Mehles, um so größer der Kleiegehalt. Bei der Hochmüllerei bekommt man nach Thiel's Angaben allerdings feinere Mehlsorten, aber sie läßt aus dem Weizen eine etwas geringere Menge zur menschlichen Nahrung benutzbaren Mehles entstehen. Während die Flachmüllerei aus 100 Thln. Weizen durchschnittlich 76 bis 77 Thle. brauchbaren Mehles erzeugt, kann man nach der Hochmüllerei nur 71 bis 72 Proc. erzielen. Die Hochmüllerei läßt also eine etwas größere Menge vom Mehlkörper an der Kleie, eine Thatsache, die der allgemeinen Anwendung dieser Mahlmethode wesentlich im Wege steht. Thiel berechnet, daß durch das Nichtgewinnen von 3 Proc. vom Getreidegewichte an Mehl jährlich nicht weniger als 117 Millionen Mark allein in Deutschland verloren würden. Aufgabe der Maschineningenieure, Ziel des Müllergewerbes ist es, den Mühlenbetrieb so zu vervollkommnen, daß dieser Verlust umgangen und doch reines, weißes Mehl erzeugt wird. Die Lösung der Aufgabe, die Nährsubstanzen des Kornes möglichst in das Mehl überzuführen und diesem doch eine schöne, weiße Farbe zu ertheilen, ist bis jetzt nicht gelungen.

Daß bei der Herstellung des Weizenmehles nach den bisherigen Methoden nicht die Cellulose allein in die Kleie, die übrigen Bestandtheile des Kornes aber in das Mehl gelangen, daß vielmehr die Kleie noch große Mengen der Nährstoffe des Kornes enthält und daß das Weizenmehl durchaus nicht die Summe der nährenden Bestandtheile des Getreides darstellt, ergiebt sich schlagend aus Analysen von Weizenmehl und Weizenkleie. In Bezug auf die bei diesen Analysen zu befolgenden Methoden kann auf das verwiesen werden, was oben bei der Untersuchung der ganzen Weizenkörner angegeben wurde. Hier mag es genügen, die Resultate von einigen solchen Analysen mitzutheilen.

Analysen von v. Bibra.

	Weizenmehl.			Speltmehl.		Kleie.		
	Feinstes Mehl (aus derselben Mühle (Nürnberg))	Grobmehl (aus derselben Mühle (Nürnberg))	Feinstes Mehl andere Sorte	Vom Ries	Von Mörlach (Mittelfranken)		Weizenkleie (Nürnberg)	Speltkleie (von Mörlach)
Wasser	15,540	14,250	14,445	14,380	14,422	Wasser	12,700	13,030
Albumin	1,340	1,457	1,380	1,340	1,020	Albumin	3,525	2,375
Pflanzenleim	0,760	0,470	0,873	0,430	0,470	Pflanzenleim	5,800	7,680
Caseïn	0,370	0,280	0,420	0,156	0,144	Caseïn	0,220	1,480
Pflanzenfibrin	5,190	5,040	5,173	4,364	4,306			
Durch Kneten nicht abscheidbarer Kleber	3,503	6,601	3,070	4,264	3,742	In Wasser und Alkohol unlösliche Stickstoffkörper	8,385	3,800
Zucker	2,335	2,350	2,307	1,412	1,745	Zucker	4,320	2,700
Gummi	6,250	6,500	5,822	2,482	3,200	Gummi	8,850	12,525
Fett	1,070	1,258	1,173	1,322	1,400	Fett	3,790	5,180
Stärke	63,642	61,794	65,337	69,950	69,551	Holzfaser	30,650	28,900
Gesammtstickstoff	1,730	2,045	1,692	1,620	1,500	Stärke	21,760	22,330
Davon in Kleber und Albumin	1,187	1,023	1,216	0,959	0,920	Gesammtstickstoff	2,780	2,377
Davon in durch Kneten nicht abscheidbarem Kleber	0,543	1,022	0,476	0,661	0,580			

Eine Reihe von höchst interessanten Beobachtungen stellte O. Dempwolf[1]) auf Liebig's Veranlassung an. Er analysirte zugleich das in der Pester Walzmühle angewandte Rohmaterial und die daraus ermahlenen verschiedenen Producte.

Der in der angegebenen Mühle verarbeitete Weizen war aus Theißweizen ($^2/_3$) und Banaterweizen ($^1/_3$) gemischt. 100 Thle. desselben enthielten:

Wasser	10,511
Asche	1,505
Kleber	14,352
Stärke	65,407
Fett, Cellulose	8,225

Vierzehn Producte der Zerkleinerung dieses Weizens unterwarf nun Dempwolf der Untersuchung, nämlich den beim Spitzen des Getreides erhaltenen Abfall (Koppstaub), zwei Griese, zwei Kleiensorten und neun verschiedene Mehlsorten. Die Menge, die 100 Thle. Weizen von diesen verschiedenen Substanzen lieferten, betrug:

A + B	0,489	Kochgriese
0	3,144	Auszugmehle
1	2,635	
2	5,291	
3	7,165	
4	14,757	Semmelmehle
5	17,925	
6	15,419	Brotmehle
7	6,805	
8	2,576	Schwarzmehl
9	9,516	Kleien
10	9,000	
11	1,290	Koppstaub
	3,988	verstaubt.
	100,000	

In 100 Thln. von jedem dieser Mahlproducte fand Dempwolf:

[1]) Ann. Chem. Pharm. 149, 343.

	Wasser	Asche	Stickstoff	Proteïnsubstanz	Stärke	100 Theile Asche enthielten					
						Eisenoxyd	Kalk	Magnesia	Kali	Natron	Posphorsäure
A	11,050	0,398	1,858	11,910	69,983	0,525	7,296	6,899	34,663	0,988	49,721
B	11,545	0,386	1,658	10,628	69,530	0,583	7,718	6,857	34,669	0,891	49,218
0	10,077	0,380	1,808	11,520	72,145	0,630	8,057	7,008	35,482	0,744	48,896
1	10,618	0,416	1,851	11,865	71,017	0,643	7,946	7,105	35,285	0,675	43,976
2	10,492	0,452	1,868	11,974	68,867	0,627	7,454	7,795	34,254	0,678	49,519
3	10,142	0,481	1,907	12,224	68,386	0,635	7,094	8,343	33,876	0,690	49,306
4	10,421	0,586	1,981	12,699	67,302	0,596	6,798	9,924	32,715	0,650	50,056
5	10,544	0,611	2,178	13,961	67,176	0,570	6,791	10,574	32,239	0,726	50,187
6	10,748	0,764	2,329	14,872	65.631	0,334	6,626	10,870	30,386	0,946	50,146
7	10,674	1,176	2,491	15,968	61,773	0,425	5,536	12,234	30,314	1,260	50,204
8	9,527	1,549	2,325	14,904	61,031	0,484	4,741	12,947	30,299	0,974	50,173
9	10,690	5,240	2,249	14,417	45,838	0,208	2,747	16,861	30,672	0,701	50,152
10	11,150	5,680	2,233	14,314	41,453	0,436	2,502	17,349	30,142	1,080	49,112
11	9,235	2,648	2,375	15,224	0	1,671	8,203	13,023	31,489	2,144	44,054

Berücksichtigt man die oben angegebenen Mengen der einzelnen Mählproducte, welche 100 Thle. Weizen liefern, so kann man aus vorstehender Tabelle die Zusammensetzung der Mahlproducte auf 100 Thle. Korn beziehen. Man kommt dann zu folgenden Zahlen: 100 Thle. Korn liefern in

	A + B	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Asche	0,0019	0,0121	0,0109	0,0239	0,0344	0,0864	0,1095	0,1178	0,0800	0,0349	0,4886	0,5112	0,0341
Stickstoff	0,0085	0,0596	0,0487	0,0940	0,1365	0,2923	0,3903	0,3592	0,1694	0,0598	0,2139	0,2008	0,0287
Kleber und Eiweiß .	0,0557	0,3824	0,3128	0,6028	0,8705	1,8744	2,5024	2,3030	1,0867	0,3835	1,3712	1,2821	0,1842
Stärke	0,341	2,268	2,238	3,543	4,899	9,931	12,031	10,119	4,203	1,573	4,261	3,730	0
Kalk	0,00014	0,00104	0,00086	0,00178	0,00244	0,00587	0,00744	0,00780	0,00442	0,00165	0,01342	0,01279	0,00279
Magnesia	0,00013	0,00085	0,00077	0,00186	0,00287	0,00857	0,01158	0,01280	0,00978	0,00452	0,08238	0,08865	0,00444
Kali	0,00065	0,00429	0,00828	0,00828	0,01165	0,02826	0,03530	0,03573	0,02425	0,01057	0,15006	0,15408	0,01074
Phosphorsäure . .	0,00090	0,00595	0,01183	0,01183	0,01696	0,04325	0,05495	0,05972	0,04016	0,01851	0,24505	0,24106	0,01502

Auf 100 Gewichtstheile Phosphorsäure kamen Gewichtstheile Stickstoff in

ganzem Korn	A + B	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
295	944	1010	911	796	807	676	710	601	422	323	87	83	191

Aus diesen Zahlen ergiebt sich, daß an der Kleie noch große Mengen von Stärke haften, daß die Kleie noch reich ist an Theilchen der dicht unter der Holzhaut der Körner liegenden Schichten, in denen namentlich Proteïnsubstanzen und Nährsalze aufgespeichert sind. Aus den Zahlen folgt ferner, daß das Mehl um so reicher an Stärkemehl ist, je feiner, je weißer dasselbe ist, daß aber auch die feinsten Sorten des Mehles die geringste Menge von stickstoffhaltigen Substanzen, den kleinsten Betrag an Nährsalzen enthalten.

Es erscheint danach unrationell bei der Mehlbereitung dahin zu streben, ein möglichst weißes Mehl zu erzielen, viel wichtiger scheint es, auf die größte Nährkraft des Mehles hinzuarbeiten, die Kleie nicht so sorgfältig aus dem Mehle fortzuschaffen, als es bisher geschieht. Freilich ergiebt sich aus Versuchen, welche Poggiale[1]) mit Hunden und G. Meyer[2]) mit Hunden und Menschen anstellte, daß die Nährsubstanzen aus der Kleie durch den Organismus sehr schwer herausgenommen werden, daß der Genuß von Kleie im Brot die Abscheidung einer großen Menge von Koth veranlaßt, in welchem noch bedeutende Quantitäten der nährenden Bestandtheile der Nahrung enthalten sind. Weiter unten werden diese Verhältnisse eingehender zu besprechen sein. Jedenfalls kann man nach diesen Untersuchungen nicht mehr der früher von Liebig und Anderen ausgesprochenen Ansicht beistimmen, daß die Abscheidung von Kleie beim Vermahlen des Getreides nur ein Luxus wäre, Brot, welches die ganze beim Vermahlen des Getreides entstehende Kleie enthält, ist schwer verdaulich. Es soll also hier nur gefordert werden, daß man die Güte des Mehles nicht, wie es bisher fast allgemein geschieht, allein in der möglichst rein weißen Farbe sucht. Man sollte dahin streben, die nährenden Bestandtheile der Kleie bei der Brotbereitung mehr zu verwerthen, als das bisher geschieht. An Versuchen in dieser Richtung hat es nicht gefehlt, man hat dem Mehle solche stickstoffhaltigen Substanzen zugesetzt, die in der Kleie entfernt werden, man mischte mit dem Mehle den Kleber, der bei der Gewinnung von Weizenstärke isolirt wird. Natürlich führte man dadurch dem Mehle auch zugleich Nährsalze zu. Church[3]) analysirte ein solches von Chapman hergestelltes Weizenmehl (entire wheaten flour), in welchem er 2,1 Proc. Stickstoff (13,39 Proc. Proteïnsubstanzen) und 1,04 Proc. Asche fand, welches also diese wichtigen Körper in nahezu dem Verhältnisse enthielt, wie das Weizenkorn. Andere Vorschläge, wirklich die Kleie beim Brotbacken zu verwerthen, werden später erwähnt werden.

Roggen.

Von dem Roggen giebt es nur eine Species, secale cereale, es werden indessen von dieser Pflanze viele Spielarten cultivirt, so der gemeine Winterroggen (secale cereale hibernum), der gemeine Sommerroggen (s. c. aestivum), der Winterstaudenroggen (s. c. multicaule hibernum), der

---

1) Dingl. pol. J. 129, 376. — 2) Zeitschr. f. Biologie 1871. 1. — 3) Dingl. pol. J. 202, 173.

Sommerstaudenroggen (s. c. m. aestivum), der **Schilfroggen** (s. c. arundinaceum) u. s. w. Der Roggen wird als Winter- und Sommerfrucht gebaut. Er ist gegen weniger guten Boden und rauhes Klima nicht so empfindlich als Weizen, Roggen wird deshalb vorzugsweise in den nördlichen Gegenden und in hohen Lagen cultivirt. Das Mehl des Roggens liefert für sich verbacken ein dunkeles, aber sehr schmackhaftes Brot, häufig wird es mit Weizenmehl vermischt verarbeitet.

Das Korn des Roggens ist nackt, nicht mit den Spelzen verwachsen. Dasselbe hat Walzenform, ist unten spitz, oben stumpf und mit feinen, dünnwandigen Haaren besetzt. Die Farbe des Roggenkornes ist dunkler als die des Weizens und seine Oberfläche besitzt nicht den hellen Glanz des letzteren. Am Rücken ist das Korn gewölbt oder stumpf gekielt, an der Bauchseite mit einer Längsfurche versehen. Der innere Bau des Roggenkornes ist dem des Weizens sehr ähnlich.

Fig. 8 zeigt eine schematische Abbildung des Roggenkornes, rechts im Querschnitt und links in aufgerollten Schichten.

Fig. 8. Fig. 9.

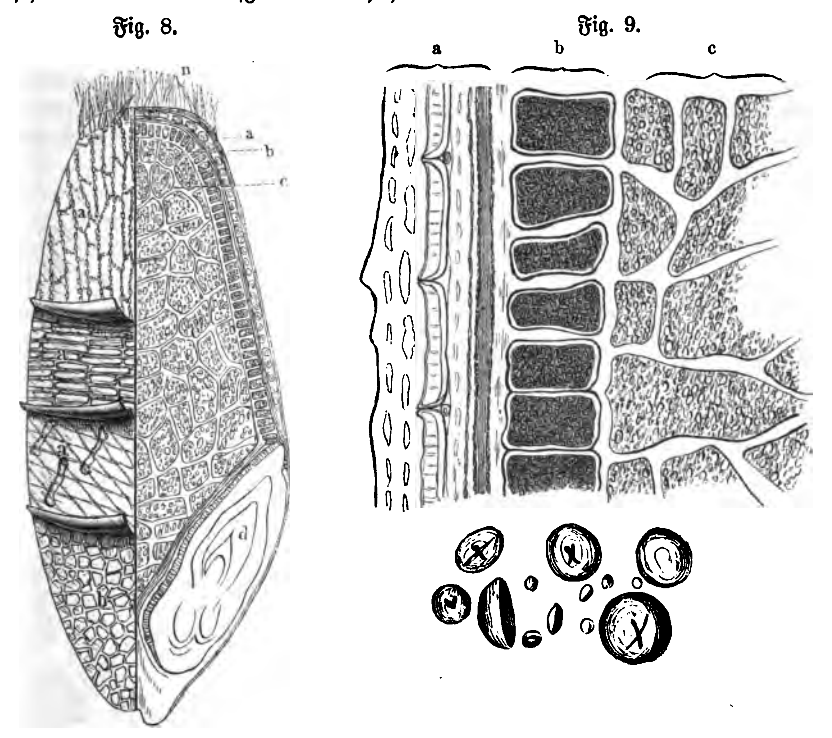


Fig. 9 giebt die Ansicht eines Querschnitts in etwa 500 facher Vergrößerung.

Die Figuren 10 bis 14 zeigen in etwa derselben Vergrößerung die einzelnen Bestandtheile des Kornes.

Auch hier enthält die äußere Haut *a* Schichten von längs- und quergestreckten Zellen, die in Fig. 10, 12, 13 (a. f. S.) in stärkerer Vergrößerung dargestellt

sind; die Haare an der Spitze des Roggenkornes (*n* in Fig. 8, in stärkerer Vergrößerung Fig. 11) sind kürzer als die am Weizenkorne; auch hier ist die Kleberschicht *b*, Fig. 8 und 9, Flächenansicht Fig. 14, aus einer Reihe von Zellen gebildet. Die Zellen der Kleberschicht erscheinen hier im Querschnitt nicht quadratisch, sie sind in der Richtung nach dem Mehlkern zu gestreckt; die Höhe dieser Zellen beträgt zwischen 0,0220 und 0,0380 mm, die Länge derselben schwankt zwischen 0,0528 und 0,0660 mm. Die Stärkekörner des Mehlkörpers (*c* Fig. 8 und 9) sind etwas größer, als im Weizen, der Durchmesser beträgt zwischen 0,0396 und 0,0528 mm, der Keim *d* liegt auch hier in einer Vertiefung des Mehlkörpers am unteren Ende des Kornes.

Fig. 10.

In chemischer Beschaffenheit zeigt das Korn des Roggens einige Verschiedenheit vom Weizen, namentlich in Bezug auf die stickstoffhaltigen Bestandtheile. Der zerkleinerte Roggen liefert mit Wasser angemacht und, nach einigem Liegen, unter einem Wasserstrahle gewaschen keinen zusammenhängenden Kleber, wie der Weizen, der Teig löst sich vielmehr in dem Wasser

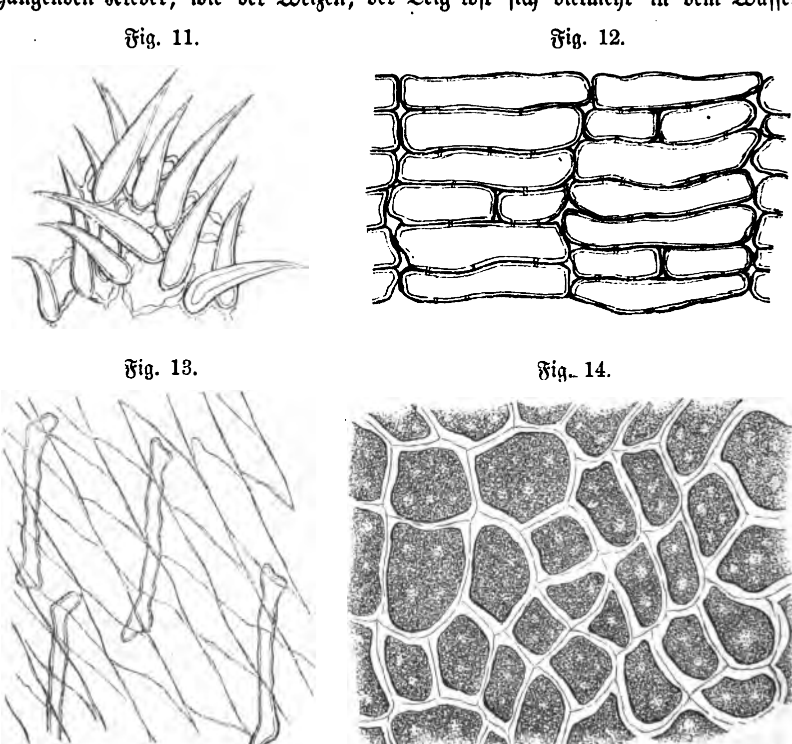


Fig. 11. Fig. 12.

Fig. 13. Fig. 14.

zu einem dünnen Brei auf, der höchstens eine schmierige kleberartige Masse hinterläßt, wenn die Stärke möglichst ausgewaschen ist. v. Bibra nahm im Roggen dieselben Proteïnsubstanzen an, wie im Weizen, auch hier unterschied er Fibrin als in Wasser und Alkohol unlöslich von Caseïn und Leim, die durch Alkohol dem Roggenmehl entzogen werden, und von Albumin, welches in Wasser direct löslich sei. Ritthausen[1]) zeigte indeß, daß nur drei stickstoffhaltige Körper im Roggenkorn enthalten sind, nämlich in Alkohol unlösliches, in kalihaltigem Wasser lösliches Glutencaseïn, in Alkohol und heißem Wasser lösliches Mucedin und schon in kaltem Wasser lösliches Albumin, daß aber in dem Roggenkorn kein Pflanzenfibrin und Gliadin vorkommt. Ritthausen isolirte aus dem Roggen das Glutencaseïn und das Mucedin, er analysirte beide und kam zu Zahlen, welche den bei der Untersuchung der Proteïnsubstanzen des Weizens erhaltenen so nahe kommen, daß man annehmen muß, diese im Weizen und im Roggen enthaltenen Substanzen seien identisch mit einander. Das Roggen-Caseïn unterscheidet sich indessen doch dadurch von dem des Weizens, daß es feucht an der Luft liegend sich sehr rasch dunkel färbt, nach kurzer Zeit schwärzlich grau erscheint. Bekanntlich besitzt Roggenmehl immer eine etwas dunklere Farbe, als Weizenmehl. Gewöhnlich sucht man den Grund dieser Färbung in der bei der weniger sorgfältigen Bereitung des Mehles von dem Roggen in das Mehl gerathenden Kleie, möglich ist es aber auch, daß das eigenthümliche Verhalten des Roggencaseïns theilweise wenigstens die dunklere Farbe bedingt. — Von den stickstofffreien Bestandtheilen hat Ritthausen[2]) aus dem Roggenkorn ein Gummi isolirt, dessen Zusammensetzung der Formel $C_6H_{10}O_5$ entspricht, das auf den polarisirten Lichtstrahl nicht einwirkt, aber beim Kochen mit verdünnten Säuren Zucker liefert. — Im Fett des Roggens erkannte Ritthausen außer Cholesterin Oleïn und Palmitin mit Sicherheit. Er überzeugte sich davon, daß kein Stearin im Roggenfett enthalten ist. Er vermuthet, daß im Roggenfett das Glycerid noch einer anderen fetten Säure und ein ätherisches Oel vorkomme, welches den aromatischen Geruch des frischen Roggenmehles bedinge.

Die Asche des ganzen Roggenkornes enthält nach E. Wolff im Mittel:

Aschengehalt	K_2O	Na_2O	CaO	MgO	Fe_2O_3	P_2O_5	SO_3	SiO_2	Cl
2,09	31,47	1,70	2,63	11,54	1,63	46,93	1,10	1,88	0,61

Ein wesentlicher Unterschied in der Zusammensetzung der Asche von Roggen und Weizen ist danach nicht zu erkennen.

Ebenso zeigt sich auch wieder beim Roggen, ähnlich wie früher beim Weizen angegeben, ein bestimmtes Verhältniß zwischen Stickstoffgehalt und Phosphorsäuregehalt. W. Mayer fand nach der oben citirten Abhandlung

im Mittel	auf 0,999 Proc.	Phosphorsäure	2,21	Proc. Stickstoff
„ Minimum	„ 0,903 „	„	1,91	„ „
„ Maximum	„ 1,086 „	„	2,38	„ „

[1]) J. pr. Chem. 99, 439. — [2]) J. pr. Chem. 102, 321.

Analysen von Roggenkörnern nach Fehling und Faißt.

	100 Thle. Getreide enthalten		100 Thle. Trockensubstanz enthalten				
	Wasser	Trockensubstanz	Stickstoffhaltige Substanz	Stärke und Fett	Holzsubstanz	Asche	Phosphorsäure
Staudenroggen 1850 (Hohenheim)	14,04	85,96	15,83	78,58	3,29	2,30	0,95
Staudenroggen 1851 (Hohenheim)	14,66	85,34	13,29	82,07	2,59	2,05	0,85
Roggen 1850 (Ochsenhausen)	12,62	87,38	12,32	83,70	2,08	1,90	0,97
Roggen 1851 (Ochsenhausen)	14,07	85,93	13,20	83,59	1,24	1,97	0,78
Roggen 1851 (Kirchberg)	14,70	85,30	13,83	81,83	2,33	1,99	0,87
Roggen 1850 (Ellwangen)	14,66	85,34	14,20	81,51	2,47	1,82	0,72
Roggen 1851 (Ellwangen)	14,49	85,51	10,40	85,25	2,33	2,02	0,67

Analyse von Roggenkörnern nach Pillitz:

Feuchtigkeit	13,85
Stärke	56,41
Unlösliche Asche	0,22
Fett	2,17
Zellstoff	3,93
Unlösliches Eiweiß	9,11
Dextrin	4,97
Zucker	1,87
Lösliches Eiweiß	3,33
Lösliche Asche	1,23
Extractivstoffe	3,01
	99,89

A. Müller theilte, wie oben bei Weizen geschildert, auch Roggen durch Werfen in zwei Sorten von verschiedenem specifischen Gewicht. Die Analysen dieser beiden Theile ergaben folgendes Resultat:

Gewicht eines Hectoliters	72,5 Kg	58,57 Kg
Wasser	18,34 Proc.	16,46 Proc.
Holzfaser	3,52 „	4,64 „
Asche	1,40 „	1,80 „
Stickstoffhaltige Körper	9,08 „	10,06 „
Fett	2,33 „	2,81 „
Zucker	0,36 „	0,62 „
Stärke	64,97 „	63,61 „

Das Roggenmehl wird in der Regel in nicht so sorgfältiger Weise wie das Weizenmehl bereitet. Auch bei größter Aufmerksamkeit ist aus Roggen niemals ein so feines weißes Mehl zu erzielen, als aus dem Weizen. Allerdings liefert das feinste gebeutelte Roggenmehl auch für sich ein Brot, das in seiner äußeren Erscheinung einem Weizenbrot von mittlerer Güte gleichkommt. Meistens wird der Roggen nach der Methode der Flachmüllerei auf Mehl verarbeitet, Kick [1]) schildert ein Verfahren der Roggenvermahlung, das ein Mittelding zwischen Flach- und Hochmüllerei ist, wie letztere die gradweise Zerkleinerung durchführt, aber wie erstere das Putzen der Griese, das Entfernen der Kleie durch einen Luftstrom unterläßt.

Aus 100 Thn. Roggen erhält man

1) A. a. O. 232.

nach Kick		nach Knapp	
Mehl a . . .	5,3	Feines Mehl . . .	40
„ b . . .	61,6	Griesmehl . . .	20
„ c . . .	8,8	Mittelmehl . . .	10
„ d . . .	2,0	Schwarzmehl . . .	5
Kleie	19,0	Kleie und Verlust .	25
Verlust	3,3		

Nach Thiel's Bericht über die Wiener Ausstellung erzielt man aus 100 Thln. Roggen:

Mehl Nr. 0 . . .	43,80	37,5	32,5
„ „ 1 . . .	23,90	27,0	32,5
„ „ 2 . . .	5,05	10,5	7,5
„ „ 3 . . .	—	—	2,5
Futtermehl	9,45	10,0	—
Kleie	14,25	12,5	21,5
Abfall	3,55	2,5	3,5

Ueber die Zusammensetzung dieser Mahlproducte liegen nicht so eingehende Mittheilungen vor, wie bei dem Weizen.

Analysen von Roggenmehl und Kleie nach v. Bibra.

	Roggen aus Mittelfranken		Roggen aus Unterfranken	
	Mehl 1	Mehl 2	Mehl	Kleie
Wasser	14,600	14,530	14,402	15,320
Albumin	1,565	2,800	2,799	2,150
Pflanzenleim	1,920	1,833	1,730	6,109
Caseïn	0,900	0,920	0,807	0,750
Fibrin	7,361	7,735	7,374	9,082
Gummi	4,100	6,320	7,255	10,400
Zucker	3,465	3,027	2,500	1,860
Fett	1,800	2,505	2,389	4,720
Stärke	64,289	69,330	60,844	28,533
Cellulose				21,085
Gesammtstickstoff	1,820	2,070	1,970	2,802
Stickstoff im löslichen Albumin . . .	0,679	0,861	0,827	1,395
Stickstoff in Fibrin	1,141	1,209	1,143	1,407

In Roggenmehl fand v. Bibra durchschnittlich 1 Proc. Cellulose.

Wunder[1]) setzte die oben (S. 63) erwähnten Versuche von A. Müller fort, er analysirte Roggen von verschiedenem Volumgewicht, analysirte aber auch zugleich von einigen Roggensorten Mehl und Kleie.

	Roggenkörner				Feines Mehl		Schwarzmehl		Kleie	
	1	2	3	4	aus 3	aus 4	aus 3	aus 4	aus 3	aus 4
Gewicht von 1 Hl der Körner	79,61 Kg	71,67 Kg	82,35 Kg	76,09 Kg						
Wasser	17,94	17,49	16,95	17,55	13,62	14,12	11,40	11,03	10,01	10,15
Holzfaser	3,41	4,22	1,38	1,49	0,94	1,12	1,56	1,86	4,30	3,88
Asche	2,02	2,15	2,04	2,57	0,96	1,19	1,76	2,46	5,81	7,08
Stickstoffhaltige Körper . . .	9,53	10,00	8,96	9,67	8,06	8,19	11,88	12,44	13,85	14,87
Stickstofffreie Körper	67,10	66,14	70,67	68,72	76,59	75,38	73,40	72,21	66,03	64,02

[1]) Muspratt's Chemie, deutsch von Stohmann und Kerl. III. Aufl., Bd. 1, 1568.

Aus diesen Analysen ergiebt sich, daß die Zusammensetzung der Roggenkörner im Ganzen der der Weizenkörner analog ist, daß beim Roggen wie im Weizen die stickstoffhaltigen Substanzen und die Salze mehr in den äußeren, in die Kleie eingehenden Schichten enthalten sind, als im Mehlkern, daß aber beim Vermahlen des Roggens der Mehlkern nicht so sorgfältig isolirt wird, als beim Verarbeiten des Weizens, daß in das Roggenmehl viel von den äußeren Schichten der Körner eingeht, und daß daher im Roggenmehl der Gehalt an stickstoffhaltigen Substanzen und an Asche etwas größer ist, als im Weizenmehl.

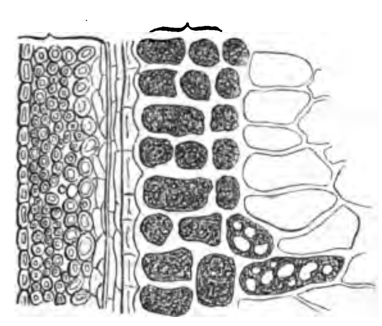
Gerste.

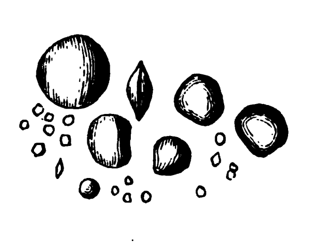
Die Gerste wird in verschiedenen Varietäten als Winter- und Sommerfrucht gebaut. Man unterscheidet zwei Gruppen von Gerstenarten, vielzeilige und zweizeilige, je nachdem die Körner in der Aehre in mehreren oder in zwei Zeilen angeordnet sind. In diesen beiden Gruppen sind wieder zahlreiche Varietäten zu unterscheiden. Zu den ersten gehört die sechszeilige Gerste (hordeum hexastichon), die in einer großen und einer kleinen Spielart cultivirt wird, ferner die gemeine Gerste (hordeum vulgare), die auch wohl als vierzeilige oder unregelmäßig sechszeilige bezeichnet wird. Namentlich diese gemeine Gerste, die als Winterfrucht und Sommerfrucht cultivirt wird, besitzt einige Bedeutung als Brotgetreide. Als Winterfrucht gebaut, reift diese Gerstenart ziemlich früh, sie liefert selbst in Nothjahren einen ziemlich sicheren Ertrag und führt deshalb in manchen Gegenden auch den Namen Rettema (rette den Mann). Von den zweizeiligen Gerstenarten sind zu unterscheiden die Reisgerste (hordeum zeocriton) und die nackte zweizeilige Gerste (h. distichon nudum).

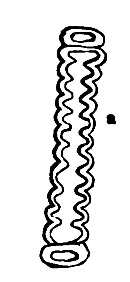
Das Gerstenkorn ist gewöhnlich von strohgelber Farbe, elliptisch geformt, nach beiden Enden zu spitz. An der Rückseite ist das Korn flach, besitzt hier scharfe Seitenkanten. An der Bauchseite ist es gewölbt und trägt hier eine Längsfurche. Bei den meisten Gerstenarten sind die Körner mit den Spelzen dicht verwachsen, wie beim Dinkel; einige Gerstenarten aber stehen dem Weizen und Roggen dadurch nahe, daß die Körner bei der Reife aus den Spelzen sich loslösen. Die Spelzen, welche das Gerstenkorn dicht umschließen, bestehen aus einer Oberhaut von gestreckten, zart wellenwandigen Tafelzellen (Fig. 15 *a*) und aus einer dicken Schicht langgestreckter Faserzellen. Die Spelzen bilden zwei leicht zu unterscheidende Häute, von denen die eine, auf der nicht gefurchten Seite des Kornes liegend, größer ist und an den Rändern die kleinere, über der Furche liegende Haut überdeckt. Unter dieser harten Hülse liegt das eigentliche Gerstenkorn. Dasselbe ist nun wieder wesentlich aus den Theilen zusammengesetzt wie das Weizenkorn. In der äußeren Haut dieses nackten Kornes sind wie bei Weizen und Roggen mehrere Schichten zu unterscheiden, von denen namentlich die Querzellenschicht deutlich hervortritt. Charakteristisch unterschieden von den früher besprochenen Getreidearten ist das Gerstenkorn durch die Beschaffenheit seiner Kleberschicht. Während die Kleberschicht bei Weizen und Roggen aus einer Zellenreihe besteht, wird die Kleberschicht des Gerstenkornes

(wie es Fig. 15 zeigt) von drei Reihen von Zellen gebildet, die im Querschnitt quadratisch oder in der Richtung nach dem Mehlkern zu gestreckt erscheinen. Diese Zellen sind kleiner als bei Weizen und Roggen, ihre Höhe beträgt 0·0176 bis 0·0220 mm, ihr Länge 0·0264 bis 0·0440 mm. Endlich die Stärkekörner der Gerste sind noch kleiner als die im Weizen und Roggen, ihr Durchmesser beträgt im Maximum 0·0264 mm.

Fig. 15.







Was die chemische Zusammensetzung der Gerste betrifft, so liefert das Gerstenmehl beim Kneten des Teiges unter Wasser ebenso wenig Kleber, wie das Roggenmehl; das Gerstenkorn enthält übrigens nach den Untersuchungen von Kreusler und Ritthausen sämmtliche Proteïnsubstanzen des Weizens, bis auf Gliadin. Im Fett des Gerstenkornes wies Lintner Cholesterin nach neben den Glyceriden der Palmitinsäure und Oleïnsäure. Nach Beckmann enthält das Gerstenfett auch eine flüchtige, feste Fettsäure, die Hordeïnsäure, von der Formel $C_{12}H_{24}O_2$.

Die Asche der Gerste unterscheidet sich von der des Weizens und Roggens vorzüglich durch einen großen Kieselsäuregehalt. Nach E. Wolff besitzt die Gerstenasche im Durchschnitt folgende Zusammensetzung:

	Aschengehalt	K_2O	Na_2O	CaO	MgO	Fe_2O_3	P_2O_5	SO_3	SiO_2	Cl
Sommergerste	2,60	20,15	2,53	2,60	8,62	0,97	31,68	1,69	27,54	0,93
Wintergerste .	1,99	16,33	4,14	0,74	12,53	1,72	32,82	2,98	28,74	—

Das Verhältniß von Phosphorsäure zu Stickstoff ist nach W. Mayer in der bei 100° C. getrockneten Gerste:

im Mittel . .	1,024 Proc.	Phosphorsäure	zu	1,98	Proc.	Stickstoff
„ Minimum .	0,912 „	„	„	1,83	„	„
„ Maximum .	1,176 „	„	„	2,20	„	„

Analysen von Gerstenkörnern von Fehling und Faißt.

	100 Thle. Getreide enthalten		100 Thle. Trockensubstanz enthalten					Gerstengrütze
	Wasser	Trockensubstanz	Stickstoffhaltige Substanz	Stärke und Fett	Holzsubstanz	Asche	Phosphorsäure	
Jerusalemgerste 1850, Hohenheim	13,97	86,03	15,73	78,60	2,85	2,82	1,13	Wasser 12,97
Jerusalemgerste 1851, Hohenheim	13,73	86,27	13,76	78,55	4,96	2,73	0,86	Stickstoff 2,125
Gersten 1851, Ochsenhausen	15,19	84,81	12,01	81,08	4,13	2,78	0,95	100 Thle. Trockensubstanz enthalten:
Gerste 1850, Kirchberg	15,60	84,40	13,14	79,81	4,13	2,92	1,07	Stickstoffhaltige Körper . . . 13,71
Gerste 1850, Ellwangen	15,17	84,83	12,16	81,04	4,18	2,62	1,13	Stärke und Fett 82,92
Gerste 1851, Ellwangen	13,91	86,09	12,88	79,53	4,55	3,04	1,07	Holzfaser 1,16
								Asche 2,11

Gerstenkorn-Analyse von Pillitz.

Feuchtigkeit	13,88
Stärke	54,07
Unlösliche Asche	1,07
Fett	2,66
Zellstoff	7,76
Unlösliches Albumin	12,43
Dextrin	1,70
Zucker	2,43
Lösliches Albumin	1,77
Lösliche Asche	1,26
Extractivstoffe	1,50
	100,53

Gerstenkorn-Analysen nach Anderson[1]).

Gewicht pro Hectoliter	71,10 Kg	64,86 Kg
Wasser	14,52 Proc.	14,87 Proc.
Stickstoffhaltige Körper	7,09 „	7,78 „
Stärke, Fett ꝛc.	66,43 „	60,42 „
Holzsubstanz	8,28 „	13,49 „
Asche	3,68 „	3,44 „

Das Vermahlen von Gerste macht keine großen Schwierigkeiten. Es ist nothwendig, die Gerste durch einen Spitzgang zu schälen oder zu koppen. Die Furche ist bei der Gerste weit weniger tief, als bei Weizen und Roggen, beim Entschälen des Getreides kann daher leicht die Oberhaut des Kornes auch aus der Falte fortgenommen werden. Den durch den Schälproceß nahezu freigelegten Mehlkern kann man direct niedermahlen und durch einfaches Beuteln läßt sich das Mehl nachher leicht von Kleie befreien. Selten aber wird dieser Weg der Mehlbereitung eingeschlagen, meistens wird dasselbe nur als Nebenproduct bei der Fabrikation von Gerstengraupen, Rollgerste, gewonnen. Die dabei vom Korn abgestoßenen Spitzen und Hülsen enthalten Partikelchen von dem Mehlkern, diese werden durch einen Mahlgang von der Kleie losgelöst. Das Gerstenmehl hat für die Brotbäckerei eine sehr geringe Bedeutung. Das Mehl der Gerste liefert für sich verbacken ein rauhes, unansehnliches Brot von fadem, unangenehmem Geschmack. Kaum wird es daher im großen Maßstabe für sich verarbeitet. Der Teig aus Gerstenmehl ist nicht zähe, er fließt sehr leicht, liefert ein dichtes Brot. Vielfach wird das Gerstenmehl zur Fälschung von Weizen- und Roggenmehl verwendet und ertheilt

[1]) Anderson gab an, daß 1 Buschel der Gerste 57 resp. 52 Pfund (englisch) wiege. Bei der Berechnung der obigen Zahlen wurde
1 Buschel = 0,363 Hectoliter
1 Pfund (engl.) = 453,6 g gesetzt.

den letzteren, wenn es in größeren Mengen zugesetzt wurde, auch die unangenehme Eigenschaft, einen fließenden Teig zu liefern.

Analysen von Mehl und Kleie aus Gerste von v. Bibra.

	Mehl aus Nürnberg	Mehl aus Cassel	Kleie aus Nürnberg
Wasser	14,005	15,000	12,000
Albumin . . .	1,200	1,634	1,740
Pflanzenleim . .	3,602	3,175	4,120
Caseïn	1,340	0,922	0,660
Fibrin	8,245	7,250	8,323
Gummi	6,330	6,744	6,885
Zucker	3,040	3,200	1,904
Fett	2,233	2,170	2,960
Stärke . . .	53,155	59,902	42,008
Sand	6,850	—	—
Cellulose . . .	—	—	19,400
Gesammtstickstoff.	2,230	2,011	2,300
Stickstoff in Alb., Leim, Cas.. .	0,952	0,888	1,010
Stickstoff in Fibrin	1,278	1,123	1,290

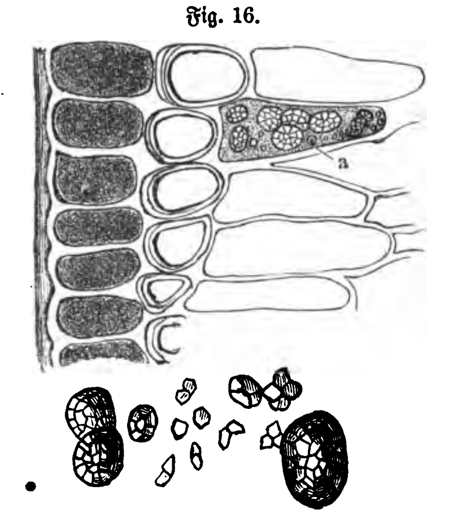
Hafer.

Vom Hafer werden zwei Species cultivirt, der gemeine oder Rispenhafer (avena sativa) und der Fahnen-Stangen-Kammhafer (avena orientalis), von beiden giebt es wieder mehrere Unterarten.

Das Korn des Hafers ist von den Spelzen dicht umschlossen, aber mit ihnen nicht verwachsen. Es ist schlank lanzettförmig, zugespitzt. Von den Spelzen befreit erscheint es an beiden Enden abgestumpft, mit lockerer, zottiger Oberhaut. Diese besteht vorherrschend aus langgestreckten Zellen, welche viele dickwandige Haare tragen. Mittelschicht und Querzellenschicht sind sehr schwer zu erkennen. Die Kleberschicht ist einfach, ihre Zellen sind in der Richtung nach dem Mehlkern zu gestreckt. Der Mehlkern enthält in seiner äußersten Lage eine Reihe von Zellen, die nach außen, nach der Kleberschicht zu, stark verdickt und noch ziemlich reich an Eiweißkörpern sind. Jede Mehlkernzelle enthält ein oder mehrere Stärkekörner von 0,0352 bis 0,0440 mm Durchmesser. Diese Körner sind aus einer großen Anzahl polyedrischer Theilkörner zusammengesetzt, welche einen Durchmesser von im Mittel 0,008 mm haben. Daneben kommen einfache runde oder tonnenförmige Stärkekörner (Fig. 16 *a*) vor, die an dem Mangel der polyëdrischen Gestalt leicht zu erkennen sind und einen Durchmesser von etwa 0,015 mm

besitzen. — Das Hafermehl liefert beim Auswaschen des Teiges mit Wasser keinen Kleber. Sehr reich ist das Korn an Gliadin und Gluten-Caseïn. Das Gliadin

Fig. 16.



des Hafers [1]) zeichnet sich vor dem des Weizens durch sehr großen Schwefelgehalt aus (1,66 Proc.). Auffallend ist der große Gehalt des Hafers an Fett.

Nach E. Wolff besitzt die Asche des Hafers folgende Zusammensetzung:

	Aschengehalt	K_2O	Na_2O	CaO	MgO	Fe_2O_3	P_2O_5	SO_3	SiO_2	Cl
Hafer	3,14	16,38	2,24	3,73	7,06	0,67	23,02	1,36	44,33	0,58
Geschälter Hafer	2,07	27,96	—	7,46	10,12	1,54	47,73	—	1,16	0,26

Das Verhältniß von Stickstoff zu Phosphorsäure stellte W. Mayer auch für Hafer fest, auch hier ist der Gehalt an beiden Substanzen einander proportional. 100 Thle. getrocknetes Korn enthalten:

im Mittel . .	0,876 Thle. Phosphorsäure	auf	1,77 Thle. Stickstoff
im Minimum .	0,801 „ „	„	1,54 „ „
im Maximum .	0,965 „ „	„	1,92 „ „

[1]) Man hat demselben auch den Namen „Avenin" gegeben.

Hafer-Analysen nach Fehling und Faißt.

	100 Thle. Getreide enthalten		100 Thle. Trockensubstanz enthalten				
	Wasser	Trockensubstanz	Stickstoffhaltige Substanzen	Stärke und Fett	Holzsubstanz	Asche	Phosphorsäure
Kamtschatkahafer 1850, Hohenheim	12,75	87,25	15,59	70,24	11,39	2,78	0,85
Kamtschatkahafer 1851, Hohenheim	14,13	85,87	14,11	73,10	9,90	2,89	0,98
Hafer 1850, Ochsenhausen	12,47	87,53	12,37	74,25	10,37	3,01	0,80
Hafer 1851, Ochsenhausen	12,96	87,04	11,62	75,35	10,37	2,66	0,83
Hafer 1850, Kirchberg	13,27	86,73	11,53	75,21	10,37	2,89	0,82
Hafer 1851, Kirchberg	13,43	86,57	13,04	73,64	10,37	2,95	0,81
Hafer 1850, Ellwangen	13,71	86,29	12,02	75,12	10,21	2,65	0,79
Hafer 1851, Ellwangen	12,59	87,41	10,69	76,41	10,00	2,90	0,66

Hafer-Analyse nach Pillitz.

Feuchtigkeit	13,61
Stärke	45,78
Unlösliche Asche	2,33
Fett	4,20
Zellstoff	16,21
Unlösliches Albumin	10,36
Dextrin	1,25
Zucker	0,32
Lösliches Albumin	2,30
Lösliche Asche	1,23
Extractivstoffe	1,42
	99,01

Hafer-Analyse nach A. Müller.

Gewicht eines Hectoliters	59,12 Kg	43,21 Kg
Wasser	14,70	14,64
Asche	2,74	2,68
Stickstoffhaltige Substanz	9,00	8,52
Fett	6,56	6,18
Zucker	2,40	2,53
Stärke	56,14	54,71
Holzfaser	8,46	10,74

Geschälter Hafer nach Poggiale.

Wasser	14,24
Stärke	61,85
Proteïnsubstanzen	11,25
Fett	6,11
Holzfaser	3,46
Asche	3,09

Hafer ist als Brotfrucht von noch geringerer Bedeutung, als die Gerste. Nur in Gegenden, die kein anderes Getreide reifen lassen, wird Hafer zur Herstellung eines faden, schnell trocknenden und auseinander fallenden Brotes benutzt. So in dem Spessart, im schottischen Hochlande, in Galizien, wo die Bauern nach der Beschreibung von Aug. Vogel[1]) „eine in Scheiben geformte kuchenartige Masse aus Hafer herstellen, in der unzählige Haferspelze durch ein grauliches Bindemittel zusammengehalten werden und die im Bruch ähnlich ist dem ausgetrockneten Miste größerer Pflanzenfresser." Im oberen Schwarzwald backt man vielfach Brot aus einem Gemisch von Hafermehl und Mehl aus anderem Getreide.

[1]) Wissenschaft und Leben. 1875.

Hafermehl-Analysen.

	Mehl aus dem Spessart v. Bibra		Dujardin-Beaumetz und Hardy[1])
Wasser	11,700	12,330	8,7
Albumin	1,242	1,524	11,7
Pflanzenleim	3,250	3,000	
Caseïn	0,150	0,170	
Fibrin	14,845	11,377	
Gummi	2,800	3,500	—
Zucker	2,190	2,243	—
Fett	5,675	6,829	7,5
Stärke	58,138	59,027	64,0
Asche	—	—	1,5
Cellulose	—	—	7,6

Mais.

Mais, türkischer Weizen, Welschkorn (zea mais), kommt in einer großen Zahl von Varietäten vor, von denen namentlich der große, gelbe amerikanische, der kleine, gelbe italienische (Cinquantino) und der auch aus Amerika stammende Pferdezahnmais zu erwähnen sind. Die Maisarten unterscheiden sich von einander durch die Form und Größe der Kolben, durch die Anordnung, die Gestalt und Farbe der Körner. Die Kolben sind bald schlank, bald gedrungen, die Körner stehen bald dicht neben einander, bald sind sie nur locker zu Kolben vereinigt, die Körner sind weiß, gelb, roth oder bunt gefärbt.

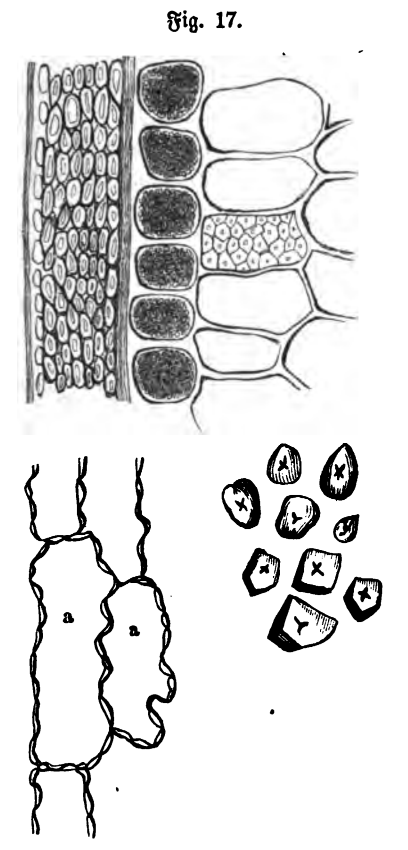
Die Cultur des Mais wird auch in Deutschland immer mehr getrieben. Im sechszehnten Jahrhundert wurde der Mais von Amerika nach Europa gebracht, namentlich in den südlichen Ländern von Europa wird er allgemein gebaut. Er verdient als Brotfrucht entschieden eine größere Beachtung, als ihm bisher geworden ist. Leider ist sein Gedeihen sehr von der Temperatur und Witterung abhängig, so daß man nur in wärmeren Gegenden regelmäßige Ernten erwarten darf.

Die Maiskörner zeigen nicht nur in ihrer äußeren Erscheinung, in der kugelähnlichen Gestalt, der derben, glatten, glänzenden Hülle einen Unterschied von den bisher besprochenen Getreidearten, auch der innere Bau weicht wesentlich von dem des Weizens, Roggens u. s. w. ab. Die Oberhaut (Fig. 17*aa*) besteht aus gestreckten, wellenwandigen, grob getüpfelten Zellen. Unter diesen liegt eine mächtige Mittelschicht aus sehr dickwandigen Faserzellen. Eine Schicht von Querzellen ist nicht zu erkennen, nur eine sehr dünne Samenhaut trennt die äußere Hülle von dem Endosperm.

[1]) Wagner's Jahresbericht für 1873. 533.

In diesem liegt obenauf die Kleberschicht, welche aus einer einfachen Zellenreihe besteht. Im Querschnitt erscheinen diese Kleberzellen wesentlich quadratisch.

Fig. 17.



Der eigentliche Mehlkern ist in seinem äußeren Theile hornartig, im Inneren, neben dem Keim, ist er mehlig. Die Zellen in den hornartigen Theilen sind gefüllt mit polyëdrischen Stärkekörnern, welche meist weite und sternförmig aufgerissene Kernhöhlen besitzen, während an den mehlreicheren Stellen rundliche, eiförmige oder abgerundet eckige Stärkekörner vorherrschen. Die Stärkekörnchen besitzen einen Durchmesser von 0,0132 bis 0,0220 mm. — Der Keim des Maiskornes ist sehr groß. Von der Stelle, an der das Korn im Kolben angewachsen war, erstreckt er sich durch etwa zwei Drittel des Mehlkernes hindurch unmittelbar unter der oberen äußeren Haut des Kornes. An der Basis des Keimes liegt ein schwarz oder schwarzbraun gefärbtes Häutchen von nahezu kreisförmiger Gestalt und einem Durchmesser von 3 bis 4 mm.

Für die Herstellung von gutem, weißem Mehl von angenehmem, nicht ranzigem Geschmack muß das Maiskorn so vorbereitet werden, daß die äußere Hülle, der Keim und das schwarze Häutchen möglichst zähe sind, dem Zerkleinern großen Widerstand entgegen setzen. Newton[1]) läßt das Korn in Wasser quellen, ehe es durch Mühlsteine vermahlen wird, und siebt nach dem Zermalmen das Mehl von den weniger zerkleinerten Massen, in denen die oben genannten Theile des Kornes enthalten sind, ab. Cavayé[2]) benutzt das geringere specifische Gewicht der fettreichen Keime, um dieselben aus dem Schrot der Körner zu isoliren, von den Theilen des Mehlkörpers zu trennen. Er construirte Maschinen, die dieses Ziel auf trockenem oder nassem Wege erreichen lassen. Sehr häufig übrigens wird das Maiskorn einfach geschroten und das feine Schrot, welches auch Kleie und Keime neben den Theilen des Mehlkerns enthält, zum Brotbacken benutzt. Solches feines Schrot wird z. B. in Süddeutschland vielfach mit Roggenmehl gemischt verbacken.

---

[1]) Dingl. pol. J. 151, 467. — [2]) Dingl. pol. J. 226, 538.

Kleber liefert das Maismehl beim Auskneten unter Wasser nicht. Von stickstoffhaltigen Substanzen hat Stepf aber doch im Mais dieselben nachgewiesen, die im Weizen vorkommen. Die Maiskörner zeichnen sich aus vor anderen Getreidearten durch hohen Gehalt an Stärke und Fett und durch niederen Gehalt an Proteïnkörpern. Maismehl für sich liefert deshalb keinen sehr zähen Teig und ein schnell austrocknendes Brot. Um dem Fließen des Teiges entgegenzuwirken, benutzt man das Maismehl in grobkörnigem Zustande und mischt es in der Regel mit Weizenmehl. Aus diesem Gemisch bereitet man sehr häufig ein kuchenartiges Gebäck, das möglichst bald nach der Bereitung genossen wird, so in Amerika, in Ungarn, in der Gascogne und anderen Gegenden.

Die Asche des Maiskornes enthält nach E. Wolff:

Aschengehalt	K_2O	Na_2O	CaO	MgO	Fe_2O_3	P_2O_5	SO_3	SiO_2	Cl
1,51	27,93	1,83	2,28	14,98	1,26	45,00	1,30	1,88	1,42

Das Verhältniß von Phosphorsäure zu Stickstoff fand W. Mayer im bei 100° getrockneten Mais zu

0,913 Proc. Phosphorsäure auf 1,74 Proc. Stickstoff,

ein Verhältniß, aus dem sich ergiebt, daß der Gehalt an Phosphorsäure und Stickstoff im Maiskorn kleiner ist, als in den übrigen Brotfrüchten.

Aus 100 Thln. Mais erzielt man 93 bis 95 Thle. Mehl, also nur 5 bis 7 Thle. Kleie [1]).

---

[1]) Wagner's Jahresbericht für 1858. 278.

Analysen von Maiskörnern.

Analytiker	Polson[1]				Alwater[2]				L. v. Wagner[3]	Pillitz
Bezeichnung des Mais	Amerikan. flacher, weißer Mais	Amerikan. flacher, gelber Mais	Amerikan. runder, gelber Mais	Mais aus Galacz	Amerika, Dutton Corn	Amerika, Canada Corn	Amerika, King Philip Corn	Amerika, Stowell's Evergreen Sweet Corn	Ungarischer Mais	Handelswaare
Wasser	11,8	11,5	13,2	11,8	8,08	10,52	9,79	10,86	—	13,89
Albumin										1,87
In Alkohol lösliche Proteïnsubstanz	8,9	8,7	8,9	9,1	9,62	9,72	11,87	11,10	12,00	8,63
In Alkohol unlösliche Proteïnsubstanz										
Fett	4,4	4,7	4,4	4,5	5,67	4,42	4,45	7,66	8,70	4,36
Gummi	2,9	2,3	2,9	2,9	4,22	2,36	4,80	4,64	—	0,76
Zucker					3,00	4,78	3,05	11,64	—	1,38
Stärke	54,8	43,5	34,8	50,1	65,40	64,49	62,23	49,58	65,20	62,69
Cellulose	15,9	16,5	14,9	20,4	2,52	2,40	2,21	2,63	5,80	4,19
Lösliche Asche	1,8	1,8	1,6	1,8	1,52	1,31	1,60	1,89	2,00	1,15
Unlösliche Asche										0,33
Extractivstoffe	—	—	—	—	—	—	—	—	0,05	1,43

[1] v. Bibra: Die Getreidearten und das Brot. — [2] Silliman, Americ. J. 48, 352. — [3] Stärke- und Stärkezuckerfabrikation, 1876, Weimar, bei Voigt.

Maismehl-Analysen.

Analytiker	Horsford [1] u. Krocker	Stepf [2])
Quelle des Mehles	Wien	Chur
Wasser	13,36	10,60
Albumin		0,62
In Alkohol lösliche Proteïnsubstanz	11,53	6,70
In Alkohol unlösliche Proteïnsubstanz		7,77
Gummi	—	3,05
Zucker	—	3,71
Stärke und Cellulose	67,13	63,75
Asche	0,86	—
Fett	—	3,80
Gesammtstickstoff	—	2,400
Stickstoff der löslichen Proteïnsubstanzen	—	1,038
Stickstoff der unlöslichen Proteïnsubstanzen	—	1,362

Die chemischen Verhältnisse noch anderer Mehlsorten, wie die von Reis, Buchweizen, Bohnen, Kartoffeln u. s. w., zu besprechen, kann hier füglich unterlassen werden. Solche Mehle kommen nur ganz ausnahmsweise für sich beim Brotbacken zur Verwendung, sie finden viel passender als Nahrung in anderer Form Verwendung. Manche von diesen Mehlen werden indeß zur Fälschung von Roggen- und Weizenmehl benutzt, sie sollen deshalb bei der Besprechung der Mehlprüfung Berücksichtigung finden.

In Bezug auf die Aufbewahrung des Mehles muß man vor Allem berücksichtigen, daß nur trocknes Mehl auf die Dauer seine guten Eigenschaften behält. Bei Gegenwart von Wasser bildet das Mehl einen sehr günstigen Boden für die Entwickelung von Organismen, welche Gährungserscheinungen und sonstige Zersetzungsprocesse im Mehle hervorbringen. Mehl, welches aus feuchtem oder genetztem Getreide hergestellt ist, kann deshalb ohne Weiteres nicht für längere Zeit aufbewahrt werden. Soll dasselbe für weiteren Transport oder längeres Lagern brauchbar sein, so muß es getrocknet werden entweder durch Ausbreiten an der Luft in dünner Schicht und häufiges Umschaufeln oder unter Zuhülfenahme von künstlicher Wärme. Für Mehlmagazine empfiehlt sich dann das trockne

[1]) Wagner's Jahresbericht 1858, 278. — [2]) v. Bibra (a. a. O).

Mehl in nicht zu hoher Schicht in größeren Behältern oder Räumen lose aufgeschüttet zu lagern und öfter durch Umstechen die Berührung mit der Luft zu erneuern. In dieser Weise findet ein Nachtrocknen statt, die Luft entzieht dem Mehle die Feuchtigkeit. Aehnlich sind die Verhältnisse, wenn man das Mehl in Säcke locker einfüllt, auch durch die Wandung der Säcke übt die Luft einen trocknenden Einfluß auf das Mehl aus. Allerdings führt die Luft auch die Keime der oben erwähnten Organismen zu. Will man das Mehl vor diesen durchaus schützen, so kann man den von Louvel[1]) vorgeschlagenen Vacuumapparat benutzen, in welchem sich Getreide und Mehl nach den Versuchen einer französischen Commission über ein halbes Jahr vorzüglich erhalten hat. Für weiten, namentlich überseeischen Transport muß das Mehl auf einen möglichst kleinen Raum gebracht werden, Kästen oder Säcke werden dazu unter starker Pressung mit dem Mehl gefüllt. Für diese Behandlung muß das Mehl durchaus trocken sein. In feuchtem Zustande erhitzt es sich in den dicht geschlossenen Räumen sehr leicht, es wird dadurch stockig, mulsterig, fällt Zersetzungserscheinungen anheim, welche die Brauchbarkeit des Mehles wesentlich beeinträchtigen.

Man stampft das getrocknete Mehl in dicht schließende Fässer und Kästen schichtenweise ein oder preßt es besser unter Anwendung von Maschinen so stark, daß es auf etwa die Hälfte seines ursprünglichen Volums verdichtet wird. Thébaud[2]) beschreibt ein solches Verfahren, bei dem das Mehl unter Anwendung eines Druckes von 10 Atmosphären zu Blöcken zusammengedrückt wird, die von der Luft nicht durchdrungen werden und in denen das Mehl sich jahrelang halten soll.

Natürlich muß das Mehl auch vor Insecten, wie Mehlkäfer (Tenebrio molitor, dessen gelbbraune Larve als Mehlwurm bezeichnet wird), Mehlmotte (Asopia farinalis), Mehlmilbe (Acarus farinae) u. s. w. sorgfältig geschützt werden. Reinlichkeit, guter Verschluß, häufige Lüftung sind die besten Mittel gegen diese Feinde des Mehles. In dem oben erwähnten Vacuumapparate von Louvel wurden die Mehlkäfer, welche absichtlich mit dem Mehl eingefüllt waren, sämmtlich getödtet bei dem Auspumpen der Luft.

Mehlprüfung.

Ein endgültiges Urtheil über die Zusammensetzung eines Mehles, über dessen Gehalt an Proteïnsubstanzen, Asche, Stärkemehl, Kleie u. s. w. kann nur die chemische Analyse begründen. Diese soll indeß hier nicht besprochen werden. Früher wurden die Methoden kurz beschrieben, die man zu diesem Zwecke anwenden kann, die oben mitgetheilten Tabellen geben Mittel an die Hand, aus den Resultaten der Untersuchung Schlüsse zu ziehen in Bezug auf die Natur des Mehles. Die physikalische Beschaffenheit des Mehles und seiner Bestandtheile hat auf die Güte des Brotes häufig einen größeren Einfluß, als die chemische Zusammensetzung.

---

[1]) Dingl. pol. Journ., 204, 261. — [2]) Dingl. pol. Journ., 161, 390.



Unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse sollen hier Methoden geschildert werden, die es erlauben, sich rasch ein Urtheil über die Brauchbarkeit, die Reinheit eines Mehles zu bilden.

Die Fragen, welche durch eine Mehlprüfung beantwortet werden sollen, können sehr verschiedene sein. Durch dieselbe soll bald die Brauchbarkeit einer Mehlsorte für das Brotbacken bestimmt, es soll ermittelt werden, ob dasselbe keinen schädlichen Einflüssen ausgesetzt war, ob es nicht verdorben ist; bald soll festgestellt werden, ob das Mehl rein, aus einer bestimmten Getreideart bereitet oder aus verschiedenen Getreiden dargestellt ist, ob es mit Stärkemehl aus anderen Pflanzen oder gar mit Mineralsubstanzen vermischt ist.

Die Güte eines Mehles beurtheilt der Praktiker in der Regel an dem Griff, der Farbe, dem Geruch und dem Geschmack des Mehles. Das Mehl darf sich nicht freiwillig ballen, darf keine zusammenhängende Klumpen bilden. Zwischen den Fingern gerieben darf das Mehl nicht zu sanft sich anfühlen, Mehl, bei dessen Bereitung das Getreide zu fein vertheilt wurde, besitzt den sogenannten „schliffigen“ Griff, der von Bäckern ungern gesehen wird. Das Mehl soll schwach körnig, „habhaft“ beim Angriff erscheinen, es soll mit der Hand zusammengedrückt, sich lose zusammenballen. Der Teig aus solchem Mehle steht besser, er zerfließt nicht so leicht als der Teig aus zu feinem Mehle. Die Farbe des Mehles ist in der Regel gelblich weiß. Je weißer die Farbe des Mehles, um so weißer auch das aus demselben zu erzielende Brot. Es gehört große Uebung dazu, um durch einfaches Betrachten des Mehles verschiedene Sorten in der Farbe mit einander zu vergleichen, verschiedene Beleuchtung, Reflexe u. s. w. können dabei sehr stören. Zweckmäßig verfährt man hier in folgender Weise: Eine Probe des einen Mehles wird auf einer ebenen Unterlage durch Aufdrücken eines Holzspatels mit einer ebenen Oberfläche versehen. Auf diese Mehlfläche bringt man nun eine kleine Probe des zweiten Mehles und legt wieder den Holzspatel auf, so daß nun beide Mehle in einer Ebene neben einander liegen. Unter diesen Verhältnissen ist eine Verschiedenheit in der Färbung des Mehles mit Sicherheit zu erkennen. Der Geruch des Mehles soll angenehm, erfrischend sein; ein dumpfer „mulsteriger“ Geruch beweist immer, daß das Mehl schlecht aufbewahrt, meist zu feucht gelagert oder daß bei seiner Bereitung zu feuchtes Getreide, zu viel Wasser zum Netzen des Getreides angewendet wurde. Unter dem Mikroskope zeigen sich in solchem mulsterigen Mehle in der Regel Pilzvegetationen (Mycelienfäden) und ausgehöhlte Stärkekörner. Reines Mehl muß angenehm süßlich schmecken, darf keinen bitteren oder schimmeligen Geschmack besitzen. Es muß, in den Mund gebracht, mit dem Speichel sich leicht mischen, darf zwischen den Zähnen beim Kauen nicht knirschen.

Von größtem Einfluß auf die Güte des Mehles ist danach der Gehalt desselben an Wasser. Mehl ist hygroskopisch, sein Gehalt an Feuchtigkeit wechselt mit dem Wassergehalt der Atmosphäre. Längere Zeit an trocknem Orte aufbewahrtes Mehl pflegt 9 bis 12 Proc. Wasser zu enthalten, es kann aber der Wassergehalt bis auf 18, ja 20 Proc. steigen, ohne daß eine absichtliche Benetzung anzunehmen ist. Je feuchter das Mehl ist, um so leichter zersetzt es sich, um so weniger Wasser kann man auch bei der Herstellung des Teiges verwenden, um so geringer ist das Ausbringen an Brot. Mehr als 18 Proc. Wasser sollte in gutem Mehle nicht

sein. Man bestimmt den Wassergehalt einfach, indem man eine abgewogene Menge des Mehles bei 100 bis 110° C. trocknet bis zum constanten Gewichte, bei dieser Temperatur verliert das Mehl seinen ganzen Wassergehalt und nur diesen.

Eine Schädigung des Mehles durch Vermahlen und Lagern in zu feuchtem Zustande, durch zu weit gehende Zerkleinerung der Körner u. s. w. zeigt sich namentlich in der Beschaffenheit des Klebers. Er verliert dadurch die Eigenschaft, den Teig aus dem Mehle zähe zu machen. Besonders für die Beurtheilung des Weizenmehles ist die Beschaffenheit des Klebers von Wichtigkeit. Guter unverdorbener Kleber bindet in kurzer Zeit eine bedeutende Menge von Wasser bei dem Benetzen des Mehles. Isolirt man aus dem Mehle den Kleber durch Auswaschen der Stärke aus dem Teig durch Wasser, so hat man schon in der Schnelligkeit, mit der die Klebertheilchen sich vereinigen, noch mehr in der Zähigkeit des feuchten Klebers einen Maßstab für die Güte des Mehles. Ebenso kann man auch Mehlsorten mit einander vergleichen, indem man bestimmte Gewichtsmengen der Mehle mit so viel Wasser anmacht, daß ein Teig von gewisser Zähigkeit entsteht; man hat dann in der Menge des dazu nöthigen Wassers ein Mittel, die Güte der Mehle zu prüfen. Beide Gesichtspunkte sind als Grundlagen von praktischen Mehlproben in Anwendung gebracht. Boland [1]), ein Bäcker in Paris, bestimmte direct die Zähigkeit des wasserhaltigen frisch aus Mehl ausgewaschenen Klebers mit einem von ihm construirten Apparate, dem Aleurometer, (ἄλευρα, Weizenmehl, μέτρον, Maß).

Fig. 18 [2]) zeigt die Einrichtung dieses Instrumentes. In der oberen Oeffnung eines Blechkastens *A*, auf dessen Boden eine Spirituslampe *S* angebracht ist, hängt ein Oelbad *B*, das soweit mit gutem Oel (am besten Ochsenklauenöl) gefüllt ist, als es innerhalb des Kastens *A* sich befindet. Das Oelbad ist mit einem Deckel *C* versehen, der leicht abgenommen werden kann, und der in einer Wölbung ein unten geschlossenes, oben offenes Rohr *DD* trägt. Dieses Rohr taucht in das Oel ein und dient dazu, zuerst das Thermometer *T*, später das eigentliche Aleurometer aufzunehmen. Thermometer und Aleurometer sind an Köpfen befestigt, welche die obere Oeffnung der Röhre *DD* durch Verschraubung schließen. Das Aleurometer, welches in Fig. 18 in die Röhre *DD* eingeschoben dargestellt ist, besteht aus einem unten geschlossenen, 11 cm langen und 2·5 cm weiten Rohr *EE*, in dessen Deckel ein mit einer Scala versehener 6 cm langer Stempel *G* sich leicht verschieben läßt. An seinem unteren Ende trägt dieser Stempel eine kleine Schale, welche nahezu denselben Durchmesser hat als die Röhre *EE*. Oben ist der Stempel mit einem Knopfe versehen, der auf dem Deckel des Aleurometers ruht. Die untere Grenze dieses Knopfes bildet der Theilstrich 25 der Scala, die in die Grade von 25 bis 50 eingetheilt ist. Die Entfernung der Theilstriche von einander, die Länge der Grade wird in folgender Weise bestimmt. Man füllt 7 g feuchten Kebers in das Rohr des Aleurometers ein, mißt sodann die Entfernung zwischen der Oberfläche des Klebers *ab* und der unteren Grenze des Stempels *cd*.

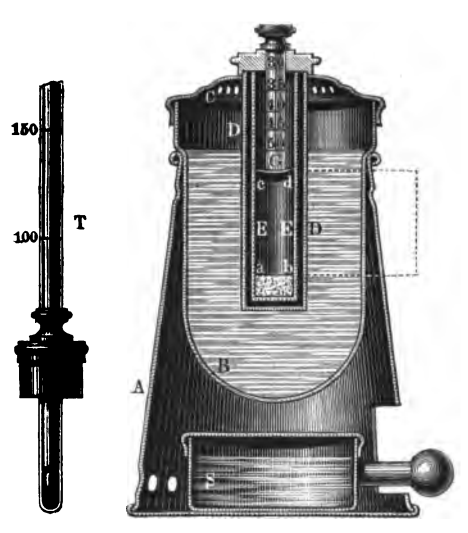
---

[1]) Dingl. pol. Journ. 111, 117. Payen, Chimie industrielle, deutsch von Stohmann und Engler, Bd. 2, S. 164. — [2]) Entnommen aus „Boulanger“ in der Encyclopédie — Roret. Paris 1871.

Der Abstand dieser beiden Linien wird auf dem Stempel von oben nach unten abgetragen und diese Länge in 25 gleiche Theile getheilt.

Bei dem Gebrauche des Apparates wird aus 30 g Mehl und 15 g Wasser ein steifer homogener Teig angemacht. Dieser wird zunächst unter öfterem Eintauchen in Wasser in der Hand geknetet, schließlich, wenn der Kleber begonnen hat sich zusammen zu ballen, unter einem dünnen Wasserstrahl gewaschen, bis das Wasser klar abläuft. Der so isolirte Kleber wird durch sanftes Pressen möglichst von anhängendem Wasser befreit, dann gewogen. Darauf werden 7 g von dem Kleber abgewogen und diese Masse zu einem geschlossenen Klumpen vereinigt, der in Kartoffelstärkemehl gerollt in die schwach mit Oel eingeriebene Röhre *EE* des Aleurometers eingeführt wird. Während dieser Operation hat man das Oelbad mit eingehängtem Thermometer geheizt. Sobald das Thermometer, das bis 250° eine Eintheilung von 50 zu 50 Grad Celsius hat, die Temperatur von 150° zeigt,

Fig. 18.



wird dasselbe durch das Aleurometer ersetzt, in dessen Röhre man die Kleberkugel eingeführt hat. Man heizt das Oelbad nun noch 10 Minuten lang, löscht dann die Alkoholflamme aus und kann nach weiteren 10 Minuten den Versuch als beendet ansehen, die aufgeblähte Klebermasse, gleichsam ein Brotskelett, aus dem Aleurometer entfernen. Bei dem Erhitzen wird das vom Kleber absorbirte Wasser verdampft, der Dampf wird aber durch den zähen Kleber gehindert zu entweichen, der Kleber wird aufgebläht und vermehrt sein Volum um so mehr, je zäher er ist. Er erfüllt zunächst den Raum unter dem Stempel und schreitet sein Aufblähen noch weiter, so hebt er den Stempel. Man liest die Theilstriche vom Stempel ab, welche oben am Kopfe des Aleurometers durch den Kleber hervorgeschoben werden. Der Kleber aus brauchbarem Mehle muß bei dieser Behand-

lung immer den Stempel heben. Zeigt der Kleber im Aleurometer nicht wenigstens 25°, so ist das Mehl nicht zum Brotbacken zu verwenden. Gewöhnlich liegt die Ausdehnung des Klebers zwischen 29° und 50° C., und ein Mehl ist um so besser, je näher die Ausdehnung an der oberen Grenze liegt. — Der Gehalt des Weizenmehles an feuchtem Kleber soll über 30 Proc. betragen.

Die bei dieser Methode vorgeschriebene Wägung des Klebers hat sehr untergeordnete Bedeutung. Es ist, wie oben erwähnt wurde, nicht möglich, in dieser Weise die Gesammtmenge des Klebers zu isoliren, außerdem ist der Wassergehalt des Klebers unberücksichtigt geblieben. Für den Bäcker hat jedenfalls die Bestimmung der Qualität des Klebers viel größere Wichtigkeit als die Ermittelung des Klebergehaltes im Mehle. Gutes Mehl soll einen zähen Kleber liefern. Einfacher als Boland prüft Kunis [1]) den Kleber auf seine Dehnbarkeit. Er faßt den isolirten Kleberklumpen mit beiden Händen und entfernt diese dann von einander. Je länger man den Kleber so ausziehen kann, um so zäher ist er, um so besser ist das Mehl zum Brotbacken geeignet.

Eine ähnliche Methode der Mehlprüfung empfahl Oser [2]). Er machte aus je 16 g verschiedener Mehlsorten mit 8 g Wasser einen Teig an und prüfte durch Drücken mit dem Finger, welcher Teig am festesten sei. Je fester der von einem Mehle gelieferte Teig ist, um so besser ist das Mehl. Endlich benutzte die internationale Jury in Wien [3]) zur Beurtheilung der Mehlsorten die Quantität von Wasser, die ein Mehl zur Teigbildung braucht. Man versetzte dort bestimmte Gewichtsmengen verschiedener Mehlsorten mit Wasser, bis aus ihnen ein „leicht knetbarer nicht klebriger Teig" entstanden war. Die verschiedenen Mehlsorten verlangten dabei zwischen 38·5 und 60·5 Proc. ihres Gewichtes an Wasser, und es zeigte sich, daß die Mehlsorten um so mehr Wasser zu binden vermochten, je reicher sie an Kleber waren, die beiden Extreme im Klebergehalte waren 25 und 48,65 Procent. Je mehr Wasser eine bestimmte Menge von Mehl zur Teigbildung bedarf, um so mehr Teig und um so mehr Brot läßt sich aus dem Mehle bereiten, man hat also bei der eben geschilderten Methode der Mehlprüfung zugleich Anhaltspunkte, um das voraussichtliche Ausbringen an Brot aus dem Mehle zu beurtheilen. Bestimmte Resultate in dieser Beziehung kann natürlich nur ein Backversuch ergeben.

Wenn auch die Qualität des Klebers in erster Linie maßgebend für die Güte eines Mehles ist, so ergiebt sich doch aus dem Obigen, daß auch die Menge des vorhandenen Klebers mit der Güte des Mehles in einem gewissen Verhältniß steht. Namentlich für Mehle, aus denen der Kleber durch Auswaschen nicht zu isoliren ist, mögen daher einige leicht auszuführende Methoden der Kleberbestimmung respective der Bestimmung des Gehaltes an Proteïnsubstanzen hier Platz finden. Robine [4]) behandelt 24 g, Mehl mit 186,5 cbcm verdünnter Essigsäure bei 93° C., läßt das nicht gelöste Stärkemehl u. s. w. sich absetzen und prüft das specifische Gewicht der geklärten Lösung, in der die stickstoffhaltigen Bestandtheile des Mehles enthalten sind, mit Hülfe eines Aräometers. Das Mehl, dessen

[1]) Wagner's Jahresbericht f. 1874, 649. — [2]) Zeitschrift f. analyt. Chemie 1867, 277. — [3]) Thiel a. a. O. 169. — [4]) Wagner's Handbuch der Technologie Bd. 3, S. 71.

Lösung hier das höchste specifische Gewicht besitzt, ist das beste. Monier[1]) erwärmt 0,39 des Mehles mit verdünnter Salzsäure einige Minuten, und bestimmt nach dem Erkalten die Menge Chamäleonlösung (übermangansaures Kali) von bekanntem Gehalte, welche nothwendig ist, um die Lösung eben roth zu färben. Dabei sollen vorzugsweise die gelösten Eiweißstoffe das Kaliumpermanganat zerstören. Beide Methoden können auf große Genauigkeit keinen Anspruch erheben, sie können nur dazu dienen, um rasch zwei Mehlsorten mit einander zu vergleichen, z. B. ein zu prüfendes Mehl in Parallele zu stellen mit einem anerkannt guten, als Normalmehl benutzten Präparate.

Wenn man in dem wässerigen Auszuge des Mehles Ammoniaksalze nachweisen kann (am sichersten mit Neßler's Reagens, einer alkalischen Auflösung von Kalium-Quecksilberjodid), so ist das ein Zeichen von schon beginnender tief eingreifender Zersetzung.

Die übrigen Bestandtheile des Mehles werden bei dem Verderben desselben weniger auffallend verändert als der Kleber. Stärke, Zucker u. s. w. können übrigens bei eingetretener Gährung in Säuren verwandelt werden, es kann sich Essigsäure, Milchsäure bilden. Reagirt ein zu untersuchendes Mehl sauer, färbt es, wenn es mit Wasser angemacht einige Zeit auf einem Stück von blauem Lackmuspapier liegt, dieses roth, so ist damit nachgewiesen, daß das Mehl im Zustande der Zersetzung begriffen ist, reines gutes Mehl reagirt neutral, übt weder auf blaues noch auf geröthetes Lackmuspapier eine Aenderung der Farbe aus.

Die Reinheit eines Mehles, ob es aus einer bestimmten Getreideart hergestellt, oder ob es aus verschiedenen Mehlen gemischt, vielleicht mit Stärkemehl aus anderen Pflanzen oder mit mineralischen Pulvern versetzt wurde, kann man feststellen durch chemische Reactionen oder durch mikroskopische Prüfung, die am besten mit einander combinirt werden.

Zur Erkennung einer absichtlichen Fälschung mit fein gepulverten mineralischen Substanzen dient am einfachsten eine Aschenbestimmung. Wie aus den oben mitgetheilten Mehlanalysen sich ergiebt, sind in normalem Mehle, selbst wenn es bedeutende Mengen von Kleie enthält, niemals über 2 Proc. Asche. Verascht man also eine Probe des zu untersuchenden Mehles und findet erheblich mehr als die äußerste zulässige Grenze von 2 Proc. Asche, so ist anzunehmen, daß fremde Mineralsubstanzen vorhanden sind. Es können nun allerdings bei dem Vermahlen des Getreides die Mühlsteine abgerieben werden, es kann dadurch Sand, Steinstaub in das Mehl gerathen. Unter normalen Verhältnissen ist übrigens die Menge des so in das Mehl gelangenden Sandes ungemein klein. Bolley giebt in seiner Anleitung zu technischen Untersuchungen an, daß die Quantität Sand durchschnittlich 1 Loth im Centner Mehl betrage, also jedenfalls so gering sei, daß dabei der Verdacht eines absichtlichen Zusatzes ausgeschlossen sei. Wenn Sand in größerer Menge vorhanden ist, giebt er sich schon durch Knirschen zu erkennen beim Kauen des Mehles zwischen den Zähnen. Als mineralische Fälschungsmittel des Mehles sollen Gyps, Kreide, Magnesiumcarbonat, Schwerspath, Thon, Quarzpulver angewandt werden,

[1]) Dingl. pol. Journ. 147, 452.



Chevallier hat in einer Probe von allerdings verdorbenem Mehle 4 Proc. Aetzkalk gefunden, ich fand in einem Mehle, das durch feuchtes Lagern verdorben war und offenbar durch den Zusatz von Kalk getrocknet werden sollte, 1,5 Proc. Aetzkalk. Welche von diesen Substanzen in einem aschenreichen Mehle enthalten sind, das kann in einfachster Weise durch chemische Analyse festgestellt werden.

Auf einen Zusatz von Kreide oder Magnesiumcarbonat prüft man am einfachsten, wenn man das Mehl mit Weingeist zu einem dünnen Teig anmacht und sodann einige Tropfen verdünnter Salzsäure hinzufügt. Ein Aufbrausen zeigt hier die Anwesenheit der genannten Kohlensäuresalze an. Wasser ist zum Befeuchten des Mehles bei dieser Probe nicht zu verwenden, weil Wasser zuviel Kohlensäure absorbirt. — Gyps, Schwerspath, Quarz und Thon erkennt man leicht, wenn man in einen Reagircylinder etwa 10 cbcm concentrirte Salpetersäure gießt, einige Messerspitzen voll von dem Mehle darauf bringt und danach erwärmt. Das Mehl löst sich bis auf einige aufgequellte Flocken in der Säure auf, die Mineralpulver aber sinken in der Flüssigkeit unter und bilden einen leicht erkennbaren Bodensatz. — Kalk erkennt man im Mehle leicht an der stark alkalischen Reaction, an der Bläuung, die es nach solchem Zusatze auf feuchtes, rothes Lackmuspapier ausübt.

Die Anwesenheit von mineralischen Pulvern soll sich auch erkennen lassen durch das meist höhere specifische Gewicht dieser Zusätze. Wenn man nach Cailletet[1]) 5 bis 10 g Mehl in einer 15 bis 20 cm langen und etwa 3 cm weiten Röhre mit Chloroform übergießt, die dadurch nahezu gefüllte Röhre mit einem Stopfen schließt, einige Minuten schüttelt und dann ruhig stehen läßt, so bildet das specifisch leichte Mehl eine Schicht am oberen Rande des Chloroforms, während die Mineralsubstanzen in der Flüssigkeit untersinken. — Auch unter dem Mikroskop sind die mineralischen Zusätze ziemlich leicht zu erkennen. Während die normalen Bestandtheile des Mehles sich hier in durchsichtige oder doch durchscheinende Körnchen und Zellenfragmente von bestimmter Structur auflösen, bilden die Mineralpulver undurchsichtige, unregelmäßig geformte graue Massen.

H. Bohl[2]) mischt 10 g des fraglichen Mehles mit 20 g reinen (namentlich schwefelsäurefreien) Salpeters und entzündet das Gemisch in einem Platin- oder Eisentiegel durch einen glühenden Draht. Zweckmäßig verpufft man das Gemenge in Portionen, die nach und nach in den Tiegel gebracht werden. Bei der Verbrennung des Mehles wird aus dem Salpeter Kaliumcarbonat gebildet, welches bei der hohen Temperatur während der Explosion aufschließend auf etwa zugesetzte Mineralpulver wirkt. Bohl löst die weiße Schmelze in Wasser auf, filtrirt von einem unlöslichen Rückstande ab. Die wässerige Lösung wird mit Salzsäure angesäuert und dann mit Chlorbarium auf Schwefelsäure (Gyps, Schwerspath) geprüft. Eine beim Versetzen der wässerigen Lösung mit Salzsäure vorübergehend auftretende Trübung deutet auf Kieselsäure (Thon). Der in Wasser nicht lösliche Theil der Schmelze wird in Salzsäure gelöst und diese Lösung auf Phosphorsäure, Barium, Calcium &c. nach den Regeln der qualitativen Analyse geprüft.

[1]) Dingl. pol. Journ. 149, 467. — [2]) Deutsche chem. Ges. Berlin 1876. 1660.



Sehr zweckmäßig scheint mir die Vermischung der Asche mit einer so großen Menge fremder Stoffe nicht zu sein.

Es ist leider nur zu häufig beobachtet, daß solche mineralische Pulver zum Fälschen von Mehl benutzt wurden, aber bestimmt geschieht das nicht so oft, als man in der Praxis vermuthet. Jedes etwas ungewöhnliche Mehl soll hier zu Lande Schwerspath enthalten, es giebt sogar Bäcker, die Schwerspathpulver im Mehle riechen (!) wollen. Wiederholt wurden mir derartige Mehle zur Untersuchung gebracht, die sich indessen trotz des angeblichen Schwerspathgeruches als ganz frei von erdigen Beimischungen erwiesen.

Von einer Fälschung des Mehles mit Alaun oder Kupfervitriol wird weiter unten bei Besprechung der Lockerungsmittel die Rede sein.

Auch zur Erkennung von verschiedenen Mehlsorten neben einander sind chemische Methoden in Vorschlag gebracht, die hier kurz erwähnt werden sollen.

Die Unterscheidung von Weizen- und Roggenmehl, namentlich in Gemischen von beiden, ist von großer praktischer Bedeutung besonders an Orten, an denen in Folge der Mahlsteuer die Einfuhr von Weizenmehl mit einem hohen Zoll belegt ist. Gutes Weizenmehl unterscheidet sich von Roggenmehl schon durch die Leichtigkeit, mit der man aus ihm den Kleber isoliren kann durch Auskneten von Teig unter Wasser. Weizenmehl, das mit irgend einem anderen Mehle gemischt ist, liefert keinen zähen Kleber, sondern eine Masse, die beim Ausdehnen kurz abreißt. Roggenmehl liefert unter diesen Verhältnissen nie einen zusammenhängenden Kleber. Giebt also das zu untersuchende Mehl bei der angedeuteten Behandlung Kleber, so ist ein Gehalt des Mehles an Weizenmehl sehr wahrscheinlich. Mit absoluter Gewißheit aber ist nach dieser Reaction Weizenmehl noch nicht zu erkennen. Es giebt, wie oben angegeben, Sorten von Weizenmehl, die auch keinen zusammenhängenden Kleber entstehen lassen; manche Roggenmehle auf der anderen Seite geben beim Kneten unter Wasser eine schmierige kleberähnliche Masse. Zwischen dieser schmierigen Substanz und dem guten zähen Kleber des Weizenmehles sind so viele Abstufungen denkbar, daß die Kleberbildung nicht wohl benutzt werden kann, um ganz scharfe Resultate bei der Untersuchung zu erzielen.

Bamihl[1]) und später Danckwortt[2]) haben diese Methode der Prüfung von Roggenmehl auf einen Zusatz von Weizenmehl etwas genauer gemacht. Sie mischen 10 g des zu prüfenden Mehles mit 1 g Weizenkleie, welche einige Tage bis zum Beginn der Säuerung in Wasser gelegt, nachher gut mit Wasser abgewaschen und getrocknet wurde, bringen das Gemisch in einen doppelten Beutel von feiner Müllergaze (Nr. 12) und kneten dasselbe unter Wasser aus. Der Rückstand wird nach dem Trocknen bei 100° gewogen. Reines Roggenmehl gab dabei nach Abzug des Gewichtes vom Beutel und von der Kleie einen Rückstand von 0,5 bis 0,8 Proc., reines Weizenmehl hinterließ 7,0 bis 8,0 Proc., ein Gemisch von 75 Thln. Roggenmehl und 25 Thln. Weizenmehl lieferte 1,0 bis 2,0 Proc. Rückstand, endlich von einer Mischung von gleichen Theilen Roggen- und Weizenmehl blieben 3,0 bis 3,5 Proc. zurück. Aus den oben angeführten

[1]) Pogg. Ann. 85, 161. — [2]) Zeitschr. anal. Chemie 1871, 366.



Gründen kann man auch hier unmöglich zu exacten Resultaten kommen, man kann nur erfahren, ob überhaupt Grund zu einem Verdacht auf Fälschung vorliegt.

Cailletet [1]) unterscheidet Roggen- und Weizenmehl durch das verschiedene Verhalten der Fette dieser Mehle gegen ein Gemisch von Salpetersäure und Schwefelsäure. 20 g Mehl werden mit 40 g Aether geschüttelt und die Lösung abfiltrirt. Das Filtrat wird in einer Porcellanschale zur Trockne verdunstet und der Rückstand mit 1 cbcm eines Gemisches von 3 Volumtheilen Salpetersäure (1,35 specif. Gewicht), 3 Volumtheilen Wasser und 6 Volumtheilen Schwefelsäure (1,85 specif. Gewicht) übergossen. Das Weizenfett färbt sich dabei gelb, das Roggenfett kirschroth, Gemische von beiden röthlich gelb und zwar um so dunkler, je reicher das Gemisch an Roggenmehl ist.

Kartoffelmehl oder Kartoffelstärke erkennt man leicht im Getreidemehl, wenn man dasselbe mit einem Gemisch von 2 Thln. concentrirter Schwefelsäure und 1 Thl. Wasser übergießt und erwärmt. Während der Zuckerbildung tritt hier ein flüchtiges Oel in kleinen Mengen auf, das einen höchst charakteristischen, zugleich an frische Gurken und an Blattwanzen erinnernden Geruch besitzt. Nach Puscher [2]) soll in dieser Weise noch 1 Proc. Kartoffelstärke im Weizenmehl erkannt werden können.

Zur Erkennung von Maismehl in anderem Getreide kann man nach Mauviel Lagrange [3]) den Weg einschlagen, daß man das Mehl zunächst mit Salpetersäure übergießt, mit Wasser verdünnt und dann mit Kaliumcarbonat übersättigt. Ist Maismehl vorhanden, so entsteht eine rothe Fällung, Weizenmehl giebt einen rein gelben flockigen Niederschlag, Gemische von beiden lassen gelbe Flocken entstehen, in denen orangerothe Punkte vielfach zu erkennen sind.

Erbsen-, Bohnen-, Linsen-, Wickenmehl, also das Mehl von Früchten der Leguminosen ertheilen dem Mehl von Getreide einen eigenthümlichen Geschmack, Wickenmehl macht Getreidemehl bitter. Das Mehl von Hülsenfrüchten kann man im Mehl von Weizen, Roggen an der Beschaffenheit der Asche erkennen.

Nach Fresenius reagirt die Asche von Hülsenfrüchten alkalisch, sie färbt, mit Wasser befeuchtet, Curcumapapier roth, während Asche von reinem Getreidemehl wohl auf rothes Lackmuspapier eine sehr schwach bläuende Wirkung äußert, aber Curcumapapier unverändert läßt. Auch enthält die Asche der Hülsenfrüchte eine größere Menge von Chlormetallen, als die Asche der übrigen Getreidearten, die schwach salpetersaure Lösung der Asche giebt mit Silbernitrat einen reichlichen, am Licht sich bald schwärzenden Niederschlag.

Das Mehl von Bohnen und Wicken läßt sich außerdem nach Donny [4]) noch dadurch im Getreidemehl nachweisen, daß dieselben mit Salpetersäure und Ammoniak behandelt sich roth färben. Man breitet bei der Probe das zu untersuchende Mehl in dünner Schicht am inneren Rande einer weißen Porcellanschale aus, stellt eine kleinere Schale mit concentrirter Salpetersäure in die erste hinein, bedeckt das Ganze mit einer Glastafel und erwärmt gelinde, damit das Mehl mit den Dämpfen der Salpetersäure in Berührung kommt. Sobald

---

[1]) Dingl. pol. Journ. 161, 320. — [2]) Dingl. pol. Journ. 155, 391. — [3]) Wagner, Jahresb. f. 1856, 196. — [4]) Dingl. pol. Journ. 105, 450; 106, 301.

dasselbe beginnt gelb zu werden, läßt man erkalten, nimmt die Glastafel und die kleine Porcellanschale fort, ersetzt in dieser die Salpetersäure durch Ammoniak und läßt das einige Zeit auf das Mehl wirken. Man beobachtet dann, namentlich unter der Loupe, bei Anwesenheit von Bohnen- oder Wickenmehl die Entstehung von zahlreichen rothen Punkten in der sonst gelb gefärbten Mehlmasse.

Die Zuverlässigkeit dieser Prüfungsmethode ist namentlich von C. H. Schmidt in dessen „Bäckerhandwerk" angezweifelt. Nach ihm sollen die Keime von Weizen und anderen Getreiden bei der Behandlung mit Salpetersäure und Ammoniak auch roth gefärbt werden, so daß alles grobe Mehl die obige Reaction auf Bohnenzusatz zeigt.

Die Anwesenheit von Theilen von Hülsenfrüchten im Getreidemehl ist auch zu erkennen durch die Nachweisung des Legumins, eines Proteïnstoffes, den die Getreidekörner nicht enthalten. Man zieht etwa 100 g des Mehles mit kaltem Wasser aus, am besten, indem man den Teig aus dem Mehle in ein Tuch einschlägt und so unter Wasser knetet. Nachdem aus der trüben Flüssigkeit die Stärke sich abgelagert hat, filtrirt man dieselbe, erhitzt das Filtrat zum Sieden und filtrirt von den abgeschiedenen Flocken von geronnenem Eiweiß noch einmal ab. Dampft man das dabei erhaltene Filtrat vorsichtig ein, so scheiden sich auf der Oberfläche der Flüssigkeit Häute ab, wie auf kochender Milch, wenn Hülsenfrüchte in dem Mehle sind. Die von diesen Häuten befreite klare, erkaltete Lösung des Legumins giebt auf Zusatz von wenig Essigsäure einen Niederschlag von weißen Flocken.

Die Entstehung eines Niederschlages unter diesen Verhältnissen giebt indessen nur Veranlassung dazu, daß man auf Mehl von Hülsenfrüchten bei der mikroskopischen Untersuchung recht aufmerksam ist, beweisend ist der Niederschlag für die Fälschung noch nicht. Neuere Untersuchungen haben dargethan, daß auch die Proteïnsubstanzen mancher Getreidearten, namentlich wenn das Mehl begonnen hat in Zersetzung überzugehen, ein ganz ähnliches Verhalten zeigen.

Leinsamenmehl, welches zuweilen dem Roggenmehl zugesetzt werden soll, erkennt man durch sein eigenthümliches Verhalten gegen Kalilauge [1]). Man rührt etwas von dem Mehle mit 12- bis 14 procentiger Kalilösung auf einer Glasplatte an und beobachtet das Gemisch sodann unter der Loupe oder dem Mikroskop. Man erkennt nun eine Menge kleiner scharfkantiger, braungefärbter, glänzender Körperchen, die von den Hülsen des Leinsamens stammen. — Eine andere Methode gründen Donny und Mareska [2]) auf das verschiedene Verhalten des Oels von Leinsamen und von Getreide gegen rauchende Salpetersäure. Das Fett des Roggens giebt ein schön roth gefärbtes Elaïdin, während das trocknende Leinöl von salpetriger Säure nicht verändert wird. Auch der gewöhnlich zum Fälschen des Mehles benutzte Leinkuchen enthält immer noch so viel Fett, daß dasselbe zu erkennen ist. Man zieht das zu prüfende Mehl mit Aether aus, verdampft die Lösung zur Trockne und behandelt den Rückstand mit rauchender Salpetersäure. Das Roggenöl erstarrt zu einer rothen, in Alkohol nicht löslichen Masse. Man wäscht nun zunächst mit Wasser die Salpetersäure fort, kocht nachher mit Alkohol, gießt die Lösung heiß von dem rothen Rückstande ab und verdampft

[1]) Dingl. pol. Journ. 106, 303. — [2]) Wagner's Jahresbericht f. 1856, 197.



dieselbe. Leinöl bleibt hier in Tröpfchen zurück, die namentlich unter der Loupe leicht zu erkennen sind. Auch der Geschmack des Mehles nach häufig ranzigem Oel wird einen Zusatz von Leinsamenmehl erkennen lassen.

Rummel[1]) will Gerstenmehl in anderen Mehlen erkennen durch den großen Kieselsäuregehalt seiner Asche. Freilich enthält die Gerstenasche 28 Proc. Kieselsäure, Roggenasche nur 1 bis 2 Proc., aber die Menge der Asche im Getreide ist überhaupt so gering, daß ein Bestandtheil derselben nicht wohl zur Charakterisirung des Mehles benutzt werden kann, besonders wenn man bedenkt, daß der von Rummel dazu in Vorschlag gebrachte Aschenbestandtheil stets in wechselnden Mengen durch Abreibung der Mühlsteine ins Mehl geräth.

Mutterkorn findet man nach Wittstein [2]) durch das Auftreten von an seinem Häringsgeruch leicht zu erkennenden Trimethylamin, wenn man das Mehl mit Kalilauge übergießt und schwach erwärmt. Berlandt [3]) suchte diese Reaction schärfer zu machen, indem er die beim Erwärmen des Mehles mit Kalilauge entwickelten Dämpfe durch eine glühende Röhre von schwer schmelzbarem Glase leitete; das Trimethylamin zersetzt sich dabei unter Bildung von Blausäure, die von Wasser absorbirt und in dieser Lösung in bekannter Weise nachgewiesen wird. Jacoby[4]) benutzt die Thatsache, daß dem Mutterkorn durch mit Schwefelsäure angesäuerten Alkohol ein rother Farbstoff entzogen werden kann, der in reinem Alkohol nicht löslich ist. Man kocht 10 g der Mehlprobe zuerst wiederholt mit Alkohol aus, um Harze und Fett zu entfernen. Darauf bringt man das Mehl in einen Reagenscylinder, übergießt es mit 10 cbcm Weingeist und fügt 10 bis 20 Tropfen verdünnter Schwefelsäure zu. Nach tüchtigem Umschütteln läßt man ruhig stehen. Erscheint der Alkohol beim Ablagern des Mehles röthlich gefärbt, so ist Mutterkorn vorhanden. Auf Zusatz von Alkali wird die rothe Färbung i Violett verändert.

Elsner[5]) erkennt Mutterkorn im Mehl, namentlich im Roggenmehl, an der bräunlich rothen (rehfarbigen) Färbung des Breies, welcher beim Mischen des Mehles mit Wasser erhalten wird.

Alle diese chemischen Methoden sind nur in der Hand von geübten Chemikern zu einigermaßen scharfen Resultaten zu gebrauchen, stets hat man vergleichende Versuche anzustellen mit reinem Mehle und dem zu untersuchenden. Sicherere Resultate liefert bei einiger Uebung die mikroskopische Prüfung des Mehles.

Das Getreidemehl besteht in reinem und unverändertem Zustande aus zerkleinertem, stärkeführendem Pflanzengewebe. Bei dem Vermahlen des Getreides sucht man den inneren Mehlkern des Kornes möglichst von der äußeren Hülle zu trennen, man scheidet letztere der Hauptsache nach als Kleie ab. Es gelingt nun aber niemals alle Kleie von dem Mehle fern zu halten. Ein Theil der Oberhaut wird auch bei dem sorgfältigsten Zerkleinern in so kleine Stücke vertheilt, daß sie mit dem Mehle durch die Maschen der Siebcylinder hindurchgehen. Bei der Flach-

---

[1]) Dingl. pol. J., 139, 49. — [2]) Vierteljahrsschrift f. pr. Pharm. 4, 536. — [3]) Zeitschr. analyt. Chemie 1868, 387. — [4]) Zeitschr. analyt. Chem. 1864, 508. — [5]) Chem. techn. Mittheilungen 1857 bis 1858, S. 88 in Dingl. pol. Journ. 151, 312.

müllerei wird leichter eine solche feine Zerreibung der Kleie eintreten als bei der Hochmüllerei, bei der ja durch einen Luftstrom die Kleie aus den Griesen vor deren Vermahlung möglichst ausgeblasen wird. Alle Mehlsorten setzen sich also zusammen aus freiem Stärkemehl, aus kleinen Gewebsstückchen des Mehlkernes, endlich aus Theilen der Kleie.

In ordinärem Mehl (Schwarzmehl) sind die mit Stärke erfüllten Zellenpartien des Mehlkörpers noch so groß, daß man ihre Structur leicht erkennen kann bei mikroskopischer Betrachtung. In solchem Mehle kommen auch zahlreiche Kleberzellen und Theilchen von der äußeren Hülle des Kernes vor. In mittelfeinem Mehl (Brotmehl, Semmelmehl) kommen Gewebefragmente, welche mehrere Zellen umfassen, seltener vor, vielfach sind jedoch auch hier noch ganze Zellen vorhanden, meistens aber ist in solchen Mehlen die Stärke schon freigelegt. Kleberzellen und Theile der Hülle des Kernes sind noch vereinzelt zu finden. In hochfeinem Mehle (Auszugsmehl) kommen nur noch Spuren von Kleberzellen und Zellwand- oder Hüllenfragmenten vor, die Stärkekörner sind fast alle von einander losgelöst und aus den Zellen isolirt. Oft beobachtet man in solchen Mehlen zerquetschte Stärkekörner; sie erscheinen unter dem Mikroskope auffallend größer, als unverletzte Körner, besitzen im Inneren eine große trübe Höhle und zahlreiche Risse in der hellen, die Höhle umschließenden Grenzzone des Kornes.

Schon oben bei Besprechung der verschiedenen Getreidearten wurden Abbildungen von der mikroskopischen Erscheinung der Bestandtheile der Körner gegeben. Berücksichtigt man dieselben, so ist es bei einiger Uebung leicht, die Gattung eines Mehles zu erkennen, wenn es aus einem Getreide hergestellt wurde. Namentlich die Größe der Stärkekörner und ihre Gestalt, das Vorhandensein oder Fehlen der Querzellenschicht, die Zusammensetzung der Kleberschicht, ob sie aus einer oder mehreren Reihen von Zellen besteht, geben hier wichtige Anhaltspunkte. August Vogl giebt in Kick's Mehlfabrikation [1]) eine tabellarische Uebersicht über diese Verhältnisse, welche hier einen Platz finden möge:

A Stärkemehl durchaus aus einfachen gerundeten Formen bestehend:
- a. Querzellenschicht aus verdickten getüpfelten Zellen bestehend, Kleberschicht einfach.
  - α. Großkörner der Stärke 0,0252 bis 0,0396 mm, Weizen.
  - β. Großkörner der Stärke 0,0396 bis 0,0528 mm, Roggen.
- b. Querzellenschicht aus dünnwandigen nicht getüpfelten Zellen bestehend, Kleberschicht aus drei Zellenreihen zusammengesetzt:
  Großkörner der Stärke 0,0264 mm, Gerste.

B. Stärkemehl vorwaltend aus eckigen Formen bestehend.
- a. Querzellenschicht und darüber liegende lockere aus Schläuchen bestehende Schicht vorhanden. Stärkekörner 0,0061 mm, Reis.
- b. Querzellenschicht und Schläuche fehlen.
  - α. Stärkekörner gleichmäßig eckig oder rundlich polyëdrisch, einfach:

[1]) A. a. O. 33.

1. Mit Kernhöhle, 0,0132 bis 0,0220 mm groß, Oberhautzellen wellig, Mais.
2. Ohne Kernhöhle, 0,0044 bis 0,0088 mm groß, Oberhautzellen tief buchtig, Hirse.

β. Stärkekörnchen zum Theil zusammengesetzt, Theilkörnchen und Einzelkörnchen theilweise gerundet 0,0044 mm groß, Hafer.

Es soll darauf aufmerksam gemacht werden, daß man bei den mikroskopischen Prüfungen zweckmäßig 300fache Linearvergrößerung anwendet. Bei dieser ist das Gesichtsfeld noch hinlänglich beleuchtet, es ist noch groß genug, um mehrere Mehlpartikelchen auf ein Mal übersehen zu lassen. Um Stärkekörner von Kleberkörnern und Zellenfragmenten unterscheiden zu können, benutzt man verdünnte Jodlösung (gesättigte wässerige Lösung von Jod) und mäßig verdünnte Schwefelsäure (20 Proc. Hydrat enthaltend). Bringt man zu dem Object etwas Jodlösung, so färbt sich die Stärke blau, die Kleberkörner so wie die Zellenwandungen nehmen eine goldgelbe Farbe an. Setzt man nun noch eine kleine Menge Schwefelsäure zu, so färben sich die Zellenwände ebenfalls blau, während die Klebermassen auch jetzt gelb bleiben.

Man bringt am besten einen Tropfen Wasser auf den Objectenträger, streut auf diesen eine kleine Menge des zu untersuchenden Mehles, vermengt beide durch einen sehr feinen aus einer Pipette strömenden Wasserstrahl und legt nun das Deckgläschen auf. Oft findet man die Vorschrift, daß das Mehl im Wasser vertheilt werden soll durch Hin- und Herschieben des Deckgläschens. Das ist aber nicht zu empfehlen, weil dabei leicht eine Vereinigung der Kleberkörner zu größeren Massen eintritt.

Um diese Störung durch den Klebergehalt des Mehles zu umgehen, überhaupt die mikroskopische Untersuchung des Mehles zu erleichtern, ist es zweckmäßig das Mehl für dieselbe durch einen Schlämmproceß in verschiedene Portionen zu zerlegen und diese dann unter dem Mikroskope zu prüfen. Einen solchen Schlämmproceß hat Rivot[1]) in Vorschlag gebracht, der kurz in Folgendem besteht: Etwa 100 g des zu untersuchenden Mehles werden in einem Leinwandsäckchen unter einem Wasserstrahl ausgewaschen. Wenn der Kleber so weit zusammengegangen ist, daß er das Mehl zusammenhält, kann man den Teig aus dem Leinwandsäckchen herausnehmen und in freier Hand unter fließendem Wasser waschen. Man setzt diese Behandlung fort, bis das Wasser klar vom Kleber abfließt. Das von dem Stärkemehl getrübte vom Teig abfließende Wasser läßt man durch ein feines Sieb in eine Schale fließen. So erhält man den Kleber, die auf dem Siebe zurückgehaltenen Massen, endlich die feinsten Antheile des Mehles, die in dem Waschwasser suspendirt sind. Den Kleber kann man auf seine Zähigkeit, auf seine Dehnbarkeit u. s. w. prüfen, wie oben angegeben. Aus dem trüben Wasser setzen sich die feinen Theilchen, welche wesentlich aus Stärkemehl bestehen, langsam ab. Die größten Körnchen gelangen schneller auf den Boden des Gefäßes als die kleineren, man beobachtet in dem Absatze Schichten nach verschiedener Korngröße.

[1]) Dingl. pol. Journ. **143**, 383.

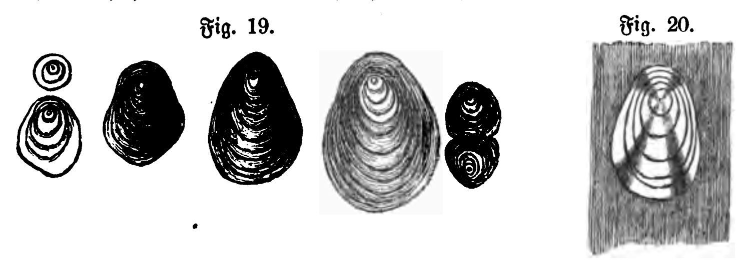
Am besten ist es diese Schichten schon gesondert von einander ablagern zu lassen. Nur etwa eine halbe Stunde überläßt man das Wasser der Ruhe, dann gießt man die trübe Flüssigkeit von dem Bodensatze ab in ein zweites Gefäß, läßt hier wieder einige Zeit stehen, gießt wieder ab u. s. w., sammelt also die verschieden schweren, verschieden großen Körner in verschiedenen Gefäßen. Die verschieden großen Stärkekörner, die in den verschiedenen Ablagerungen enthalten sind, werden genau geprüft. Hat man reines Weizenmehl der Untersuchung unterworfen, so besitzen die Stärkemassen einen atlasartigen Glanz, ist aber das Weizenmehl mit Mehl von Roggen, Mais, Hirse u. s. w. gefälscht, so zeigt es den Glanz nicht und klebt bei der Berührung stark an den Fingern. Einen Theil der isolirten Stärke bringt man unter Wasser und läßt einige Tage stehen. Tritt rasch Gährung ein, wird die Flüssigkeit rasch sauer von Milchsäure, so liegt verdorbenes, in der Zersetzung begriffenes Mehl vor. Den Rest des Stärkemehles aber trocknet man an der Luft und unterwirft sodann die verschiedenen abgeschlämmten Portionen der mikroskopischen Prüfung. Endlich auf dem Siebe bleiben kleine Stücke von Kleber, etwa vorhandene Zellgewebefragmente, Hülsentheilchen zurück, so daß man gerade durch die Untersuchung dieser Massen mit dem Mikroskope viele Anhaltspunkte zu Erkennung der Gattung des untersuchten Mehles und etwaiger Fälschungen gewinnt.

In Bezug auf die charakteristischen Eigenschaften der verschiedenen Mehle mag noch Folgendes angeführt werden.

Weizen- und Roggenmehl lassen sich mikroskopisch leicht von einander unterscheiden oder auch neben einander erkennen an der Form der in Fig. 1 und Fig. 8 abgebildeten Haare an der Spitze der Körner, die bei Weizen länger und dickwandiger sind, als bei Roggen.

Am größten von allen im Mehle möglicherweise enthaltenen Stärkekörnern sind die von Kartoffeln und von Hülsenfrüchten, diese sammeln sich also ganz in dem ersten Absatze. Die Kartoffelstärke, Fig. 19, hat einen Längendurchmesser von etwa 0,07 mm, sie besitzt nicht die runde linsenartige oder polygonal eckige Gestalt der Getreidekörner, sie ist vielmehr spitz eiförmig, nach einer Seite stark ausgebaucht, nach der anderen stark zusammengezogen. Sie zeigt immer sehr deutlichen Schichtenbau. Charakteristisch ist auch die Erscheinung der Kartoffel-

Fig. 19. Fig. 20.



stärke im polarisirten Lichte (Fig. 20) von der der Getreidestärke verschieden. Bei gekreuzten Nicols zeigt die sehr hell leuchtende Kartoffelstärke ein dunkles Kreuz, dessen sehr verschieden lange Balken sich in dem am schmalen Ende excentrisch liegenden Kern schneiden. Unter denselben Verhältnissen zeigen die viel kleineren

Getreidestärkekörner (Fig. 21) auch ein dunkles Kreuz; dessen nahezu gleich langen Balken aber schneiden sich hier in dem im Centrum liegenden Kerne. Die Getreidestärkekörner besitzen übrigens die Schichtung nicht so deutlich, wie die Kartoffelstärke, sie zeigen deshalb die Polarisationserscheinungen nie so klar. Gewöhnlich erscheinen die Getreidestärkekörner sehr dunkel bei gekreuzten Nicols, und nur bei guter Beleuchtung lassen sie die erwähnten breiten schwarzen Kreuzbalken in der namentlich am Rande helleren Grundmasse deutlich erkennen. Die Kartoffelstärke quillt auch, wenn man sie unter dem Mikroskop mit einer Kalilauge befeuchtet, welche 1,5 bis 2 Proc. Kaliumhydrat enthält, stark auf, während die Getreidestärke von diesem Reagens unverändert bleibt.

Auch die Stärke von Hülsenfrüchten ist von Getreidestärke leicht zu unterscheiden. Die Hülsenfrüchte enthalten nur Stärke von einer Art, meist von

Fig. 22.

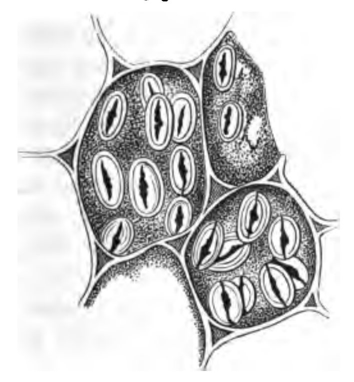


Fig. 21.

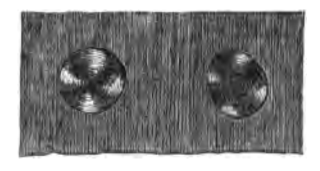
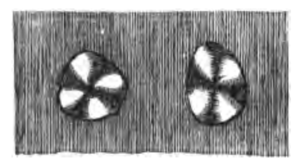


Fig. 23.



nahezu gleicher Größe, während die Getreidearten in der Regel kleine und große, runde und polygonal eckige Körner enthalten. Die Stärkekörnchen der Hülsenfrüchte sind am Rande deutlich geschichtet, im Innern besitzen sie eine lange spaltenförmige, lufterfüllte Kernhöhle; die Länge der Körnchen beträgt 0,03 bis 0,07 mm. Meistens gelingt es auch, wenn Mehl von Hülsenfrüchten dem Getreidemehle zugesetzt wurde, noch Theilchen des stärkeführenden Gewebes zu finden. Dieses besteht, wie Fig. 22 zeigt, aus stark verdickten Zellen, welche durch sehr auffällige lufterfüllte Intercellulargänge von einander geschieden sind, und die oben geschilderten charakteristisch geformten Stärkekörner enthalten. Mais liefert seine Stärkekörnchen, wenn sein Mehl zur Verfälschung von anderem Mehl benutzt wurde, vorzugsweise in die Schlämmproducte von mittlerer Größe. Die Maisstärke ist charakterisirt durch die polyëdrische Gestalt der Körner, welche der Peripherie des Kornes nahe lagen. Alle Maisstärkekörner haben eine deutliche Kernhöhle. Im polarisirten Lichte (Fig. 23) erscheinen die Maisstärkekörner hellleuchtend, abgerundet viereckig und zeigen ein schwarzes Kreuz von nicht sehr breiten und nahezu gleich langen Balken.

Ungemein schwer ist es mit Hülfe des Mikroskopes Weizen-, Roggen- und Gerstenstärke von einander zu unterscheiden. Alle drei besitzen dieselbe

kugelige oder linsenförmige oder polyëdrische Gestalt, alle drei kommen in einzelnen oder die kleineren auch in zusammengesetzten Körnern vor. Unterschieden sind sie wesentlich nur durch die Größe und auch die Beobachtung von dieser kann nur bei sehr sorgfältiger Prüfung und zahlreichen Messungen benutzt werden zu ihrer Unterscheidung. Nach Wiesner beträgt der Durchmesser der Stärkekörner:

bei Weizen . . .	große Körner 0,019 bis 0,029 mm
	kleine Körner 0,0058 bis 0,0072 mm
bei Roggen . . .	große Körner 0,036 mm
	kleine Körner 0,0063 mm
bei Gerste . . .	große Körner 0,020 mm
	kleine Körner 0,0046 mm

Aus diesen Zahlen ergiebt sich wie aus den früher nach Vogl (S. 90 und 91) mitgetheilten, daß die Roggenstärke durchschnittlich am größten ist, daß ihr die Weizenstärke am nächsten steht, und daß die Stärke der Gerste am kleinsten ist. Uebrigens sind die mit sägeförmigem Rande versehenen Oberhautzellen des Gerstenkornes so charakteristisch, daß man durch diese wohl meistens einen Gehalt an Gerstenmehl in anderem Mehle erkennen kann. Rivot machte auch darauf aufmerksam, daß das Roggenmehl in der Regel kleine Flaumfedern enthalte, welche dem Roggenkorne immer anhaften und in das Mehl gerathen. Die Gestalt dieser Federchen soll für Roggenmehl ganz bezeichnend sein. Hafermehl enthält sehr kleine Stärkekörnchen, meistens sind dieselben zu größeren zusammengesetzten Körnern vereinigt, welche zahlreiche polyëdrische Stückchen in ovalen Gruppen von etwa 0,031 mm Durchmesser enthalten und von denen eines oder mehrere in einer Zelle des Mehlkerns enthalten sind. Außerdem kommen auch einzelne tonnenförmige Stärkekörner im Hafer vor, welche eine große innere Höhlung besitzen.

Fig. 24.

Ebenso unsicher wie die Erkennung von Roggen-, Gersten- und Haferstärke im Mehl von anderem Getreide ist das von Reis und Buchweizen. Beide enthalten Stärkekörner, die der Haferstärke sehr ähnlich sind, auch bei ihnen ist meistens eine große Anzahl kleiner polyëdrischer Stücke zu einem großen ovalen Körper zusammengefaßt. Die Zellen im Reis- und Buchweizenmehlkörper sind von den polydërischen Körnchen ganz angefüllt, einzelne Stärkekörner kommen im Reis nicht vor, selbst nach dem Zerfall zeigt die Reisstärke stets an jedem Korn die polyëdrisch eckige Gestalt, die dasselbe als Theilkorn charakterisirt. Fig. 24 zeigt die Zellen aus dem Reiskorn.

Aus diesen Mittheilungen über die Mehlprüfung ergiebt sich, daß dieses Capitel der analytischen Chemie noch sehr der Bearbeitung bedarf. Man ist bis jetzt nur im Stande, qualitativ die verschiedenen Mehle mit einiger Sicherheit von einander zu unterscheiden, sehr schwer ist es heute noch, verschiedene Mehlsorten in einer Mischung zu erkennen, und ganz offen ist noch die Beantwortung der Frage nach der quantitativen Zusammensetzung eines solchen Gemisches.

Die Lockerungsmittel.

Würde man Brot in der Weise herzustellen suchen, daß man Mehl mit Wasser zu einem dünnen Teige anmacht und diesen im Backofen erhitzt, bis er seine breiige Beschaffenheit verloren hat, so würde man eine hornartige Masse bekommen von ausgetrocknetem Kleister. Dieses Gebäck verdient den Namen Brot nicht, es ist hart, schwer durch Kauen zu zerkleinern und bietet den Verdauungsflüssigkeiten nur sehr wenig Angriffspunkte, geht zum größten Theil unverändert durch den Organismus. Besser schon ist das Resultat, wenn man aus dem Mehle unter Zusatz von wenig Wasser einen sehr steifen Teig formt und diesen durch Backen austrocknet. Hier genügt die Wassermenge nicht, um alle Stärke des Teiges in Kleister zu verwandeln, man erhält also eine weiße Masse, welche neben getrocknetem Kleister auch trockenes Mehl enthält und die durch das verdampfende Wasser etwas gelockert erscheint. Solches Gebäck ist namentlich in der Form von flachen Kuchen ziemlich leicht zu zerkauen, es wird auch, zwischen den Zähnen gehörig zerkleinert, von den Secreten der Verdauungsorgane hinreichend leicht durchdrungen, um im Körper verarbeitet, verdaut werden zu können. In dieser Weise wurde früher allgemein Brot gebacken, auch heute noch wird solches Gebäck zum Verproviantiren von Schiffen dargestellt, wird aber kaum direct genossen, sondern meistens durch Kochen mit Wasser als Speise zubereitet. (Solches Schiffsbrot ist übrigens nicht zu verwechseln mit dem Schiffszwieback, dem Bisquit.) In ähnlicher Weise bereiten auch die Israeliten ihre Osterbrote (Mazzen); solches Brot ißt man noch heute in Schottland, Nord-Indien, Afghanistan und anderen wenig cultivirten Ländern. So erwähnt z. B. v. Bibra in seinem mehrfach citirten Buche, daß er auf seinen Reisen in den Cordilleren längere Zeit täglich Brot genossen habe, zu dem der Teig aus Maismehl, Salz und Wasser angeknetet und dann einfach in heißer Asche gebacken sei. Namentlich wenn, wie das bei dem von v. Bibra geschilderten Verfahren der Fall ist, durch starkes Erhitzen der Kuchen an der Oberfläche derselben die Bildung von Röstproducten erzielt wurde, mag ein solches Gebäck nicht unangenehm schmecken. Es hat wegen seiner vollkommenen Trockenheit sehr geringe Neigung zur Schimmelbildung und läßt sich lange Zeit ohne der Verderbniß anheimzufallen aufbewahren.

Als Brot im gewöhnlichen Sinne bezeichnet man aber ein Gebäck, dessen Teig vor dem Erhitzen im Backofen durch Gasbläschen gelockert wurde. Bei dem Backen selbst werden diese Gasbläschen durch die Erhitzung noch weiter ausgedehnt, so daß das Innere, die Krume des Brotes, eine poröse schwammige Masse darstellt, welche von den Verdauungsflüssigkeiten des menschlichen Organismus leicht durchdrungen wird, ihnen eine große Oberfläche darbietet. Zugleich wird durch die Art des Erhitzens dafür gesorgt, daß das Wasser nicht vollständig austritt, die Brotkrume ist also feucht und daher leichter durch Kauen zu zerkleinern, als jene oben erwähnten ganz trockenen Gebäcke.

Die Lockerung des Teiges kann durch sehr verschiedene Mittel erreicht werden. Viel kann man schon zur Lockerung dadurch beitragen, daß man das Mehl vor dem Anmachen des Teiges wiederholt durch ein Sieb laufen läßt. Das Mehl wird dadurch sehr locker aufgeschüttet, schließt viel Luft ein, die in den Teig gelangend den letzteren porös macht, namentlich wenn beim Backen die Luft erwärmt und dadurch ausgedehnt wird. In der Regel wendet man zur Lockerung die Alkoholhefe, Bierhefe, an. Diese wird in dem Teige durch sorgfältiges Kneten möglichst gleichmäßig vertheilt, so daß ihre Wirkung in allen Theilen des Teiges sich gleichzeitig bemerkbar macht. Diese Wirkung besteht darin, daß der Zucker des Teiges, in Gährung versetzt, gespalten wird in Alkohol und Kohlensäure. Die Kohlensäure, ein bei gewöhnlicher Temperatur und unter gewöhnlichem Luftdruck gasförmiger Körper, sucht sich in der umgebenden Luft zu verbreiten, sie wird aber durch die Zähigkeit des Teiges daran verhindert und kann nur Bläschen bilden, die im Teige an der Stelle eingeschlossen werden, an der sie entstanden. Die Kohlensäure übt hierbei einen Druck auf den Teig aus, der weiche Teig giebt diesem Drucke nach, er vermehrt sein Volum, „geht auf“. So wird der Teig durch die Wirkung der Hefe von zahllosen kleinen Bläschen durchsetzt, die beim Erhitzen im Backofen sich natürlich noch ausdehnen; auch beim Backen vermehrt sich also das Volum des Teiges und die Krume des Brotes zeigt daher mehr oder weniger große Blasen, die durch die Kohlensäure hervorgebracht werden. In dieser Wirkung wird die Kohlensäure unterstützt durch den Alkohol, welcher bei der Gährung aus dem Zucker entstand, sowie durch den Wassergehalt des Teiges. Namentlich beim Erhitzen im Backofen, wo Alkohol und Wasser bald dampfförmig werden, wirken diese Substanzen ganz in der Weise, wie die gasförmige Kohlensäure schon bei gewöhnlicher Temperatur.

Während der Gährung vermehrt sich aber die Hefe. Im Mehl sind stickstofffreie, stickstoffhaltige und mineralische Substanzen vorhanden, welche nothwendig sind zur Fortpflanzung der Hefe. In voller Gährung begriffener Teig enthält daher eine größere Menge Hefe, als ihm ursprünglich zugesetzt wurde, gährender Teig kann aus diesem Grunde benutzt werden, um neue Mengen von frischem Teig in Gährung zu versetzen. Ja man braucht selbst von Anfang an dem Teige keine Hefe zuzusetzen. Bei ruhigem Liegen an der Luft geht feuchter Teig bald von selbst in Gährung über. Aus der Luft gelangen die Keime, die Sporen der Hefepilze, in den Teig, entwickeln und vermehren sich in demselben mit großer Geschwindigkeit.

Auch diese Erscheinung wird von den Bäckern benutzt. Von einem Tage zum anderen bewahren sie eine kleine Menge des Teiges auf, um ihn in der angedeuteten

Weise zur Lockerung des neu angemachten Teiges zu verwenden. Bei längerem Liegen gehen aber auch andere Veränderungen der Teigbestandtheile vor sich. Aus der Luft kommen die Keime von Pilzen in den Teig, die allmälig auch andere Gährungserscheinungen auftreten lassen. Der durch die oben geschilderte Gährung gebildete Alkohol geht später in Essigsäure über; aus dem Zucker und aus einem Theile der Stärke des Mehles kann sich Milchsäure, selbst Buttersäure bilden. Man erkennt so, daß Mehlteig bei längerem Liegen an der Luft reich an Säuren wird, die sich durch den Geruch und den Geschmack leicht erkennen lassen. Man bezeichnet deshalb den längere Zeit aufbewahrten und zur Lockerung neuer Brotmengen benutzten Teig als Sauerteig.

Hefe und Sauerteig sind es nun vorzugsweise, die man als Lockerungsmittel dem Gemische von Mehl und Wasser zusetzt. Beide sind in ihrer Wirkung nicht ganz identisch. Während die Bierhefe eine fast reine Alkoholgährung in dem Teige veranlaßt, bringt man im Sauerteig zugleich die Veranlassung von Essigsäure-, Milchsäure-, Buttersäure-Gährung in den Teig.

Die Hefe, welche man zur Gährung des Brotteiges benutzte, bezogen die Bäcker früher allgemein von den Bierbrauern. Die dünnbreiige Masse, welche die bei der Obergährung gebildete Hefe darstellt, konnte direct in den Teig gebracht werden, höchstens hatte man nothwendig, diese Hefe durch Vertheilung in Wasser, Absitzenlassen und Abgießen der wässerigen Lösung von anhängendem Biere zu befreien. Immer weniger aber wird obergähriges Bier gebraut und die bei der jetzt üblichen Bierbereitung gebildete Unterhefe ist nicht so geeignet zur Verwendung in der Bäckerei. Diese Unterhefe ist bei langsamer Gährung entstanden, sie wirkt deshalb auch langsam im Teige, lockert denselben schwer in der erwünschten Zeit. Außerdem enthält diese Lagerbierhefe auch bedeutende Mengen von Hopfenbestandtheilen, namentlich Hopfenharz, sie besitzt daher eine auch auf das Brot übergehende dunkele Farbe und einen bitteren Geschmack. Man hat freilich Methoden angegeben, nach denen es gelingen soll, die Lagerbierhefe zu entbittern; Artus [1]) benutzt dazu eine kleine Menge von Soda, die in dem Wasser gelöst wird, mit dem man die Hefe wäscht, Otto erreicht dasselbe Ziel durch Anwendung einer kleinen Menge von Ammoniumcarbonat, Trommer [2]) verwendet in gleicher Weise verdünnte Lösungen von ätzenden Alkalien, B. Zeininger [3]) wäscht die Bierhefe mit Wasser, einer Lösung von Natriumbicarbonat, einer solchen von Weinstein, endlich einer Auflösung von Ammoniumcarbonat aus; aber auch diese gereinigte Hefe muß, ehe sie in den Teig eingeführt wird, in lebhafte Vegetation gebracht werden, indem man sie vorher auf mit Weinsäure angesäuerte Bierwürze (Malzauszug) wirken läßt. Zu diesen Unbequemlichkeiten kommt schließlich noch die, daß bis vor kurzer Zeit Bier vorzugsweise im Winter gebraut wurde, daß also die Bäcker im Sommer, in einer Zeit, in der sich die Hefe dauernd sehr schwer ohne Fäulniß aufbewahren läßt, nicht sicher auf ihre Hefequellen rechnen konnten. Alle diese Verhältnisse haben dazu geführt, daß in neuerer Zeit ein besonderer Industriezweig sich damit beschäftigt, reine Hefe speciell für die

---

[1]) Dingl. pol. Journ. 155, 159. — [2]) Wagner's Jahresber. f. 1859, 414. — [3]) Bäcker- und Conditor-Zeitung 1874, Nr. 25 (19. Juni).

Zwecke der Bäckerei herzustellen und in fester, compacter Form unter der Bezeichnung „Preßhefe“ in den Handel zu bringen.

Auf die Bereitung der Preßhefe näher einzugehen ist hier nicht der Ort. Dieser Gegenstand wurde eingehend von Stammer [1]) besprochen in seiner Branntweinbrennerei. Es mag hier genügen mit kurzen Worten die Eigenschaften einer guten Preßhefe zu erwähnen. Die durch Pressen oder Liegen auf porösen Steinen (Gypsplatten) möglichst von Wasser befreite Preßhefe bildet eine gelblichweiße, bröcklige, formbare Masse, die in der Regel in Stücken von bestimmtem Gewichte in den Handel kommt. Häufig ist die frische Hefe zu schlammartig, um direct durch Pressen entwässert zu werden, und man setzt ihr dann eine kleine Menge von Kartoffelstärke (4 bis 12 Proc.) zu, meistens in der Weise, daß man die Stärke in dem Wasser suspendirt, in welchem die Hefe beim Waschen aufgeschlämmt wurde. Die Stärke erleichtert dann die Ablagerung der Hefe. Durch gehöriges Kneten der entwässerten Masse wird die Stärke gleichmäßig in der Preßhefe vertheilt. Dieser Zusatz von Stärkemehl kann, wenn er die oben angegebenen Grenzen nicht überschreitet, nicht wohl als Fälschung angesehen werden, manche Preßhefenfabriken liefern nur stärkehaltige Hefe in den Handel. Der Stärkezusatz macht die Hefe haltbarer, die Stärke geht allmälig in Zucker über, der Zucker wird von der Hefe verarbeitet, sie bleibt also dauernd in Vegetation und verfällt nicht so leicht Zersetzungsprocessen.

Außer der hell gelblich weißen Farbe, außer der bröckligen Beschaffenheit der Hefe kann man zur Beurtheilung ihrer Güte namentlich ihren Geruch benutzen. Derselbe soll angenehm obstartig sein, soll an Bier oder Branntwein erinnern, darf aber keine sehr saure Beschaffenheit der Hefe erkennen lassen; die Hefe darf nicht nach saurer Milch oder gar nach Käse riechen. In Wasser gebracht muß die Hefe rasch zerfallen. Schmierige, in Wasser schwer zu zertheilende, stark sauer reagirende und unangenehm riechende Hefe ist für die Zwecke der Brotbereitung nicht zu verwenden.

Preßhefe enthält zwischen 50 und 75 Proc. Wasser. Je reicher sie an Wasser ist, um so leichter geht die Hefe in Fäulniß über.

Den Hauptbestandtheil der Preßhefe bildet stets die Alkoholhefe (Saccharomyces cerevisiae), eine mikroskopische Pilzform, die aus einzelnen farblosen Zellen von meistens eiförmiger Gestalt und von 0,008 bis 0,010 mm im Durchmesser besteht. Sie ist der eigentlich wirksame Körper der Preßhefe, und je ausschließlicher dieselbe aus dieser Pilzform besteht, um so besser ist sie. Bei der Fabrikation der Preßhefe kommen aber vielfach andere Substanzen in die Hefe hinein. Dieselben können zunächst aus der Meische stammen, welche bei der Hefenbereitung benutzt wurde, so Stärkekörner, Zellenwände, Theilchen von der Oberhaut der Getreidekörner u. s. w. Außerdem aber ist es kaum möglich, die stürmische, bei höherer Temperatur verlaufende Gährung bei der Preßhefefabrikation so zu leiten, daß nicht auch gleichzeitig mit der Alkoholgährung Essigbildung und Milchsäurebildung eintritt. Die Organismen, welche diese Gährungserscheinungen begleiten

---

[1]) Stammer in Otto-Birnbaum's landwirthschaftlichen Gewerben, 2. Theil, 694. ff.

oder hervorrufen (mycoderma aceti, oïdium lactis), fehlen daher in Preßhefe selten. Durch mikroskopische Betrachtung der Hefe lassen sie sich leicht erkennen. In größeren Mengen dürfen diese Körper, oder gar Bacterien, die in faulenden organischen Substanzen aufzutreten pflegen, in guter Preßhefe nicht vorkommen. Unter dem Mikroskope erkennt man auch, ob der Zusatz an Stärke zu reichlich war, es soll Preßhefe im Handel vorkommen mit bis zu 60 Proc. Stärkegehalt [1]). Etwaige Beimischung von Mineralsubstanzen erkennt man an dem dadurch erhöhten Aschengehalte. Reine Preßhefe liefert, in feuchtem Zustande eingeäschert, 2 bis 3 Proc. Asche (bei 100° getrocknete Hefe enthält 6 bis 9 Proc. Asche).

Am zweckmäßigsten überzeugt man sich von der Güte der Preßhefe durch einen Gährungsversuch. Man bringt dazu 20 g Hefe in 2 l einer Zuckerlösung von 9 bis 10 Proc. Zuckergehalt, die auf 25° C. erwärmt wurde. Die Hefe wird durch sorgfältiges Umrühren in der Zuckerlösung gleichmäßig vertheilt. Gute Hefe bleibt dabei im Wasser lange suspendirt, abgestorbene Hefe und fremde Körper lagern sich aber schnell ab. Bei der angegebenen Temperatur muß die Zuckerlösung in spätestens 20 Minuten in Gährung gerathen sein, der Eintritt der Gährung zeigt sich durch Entstehung eines leichten Schaumes auf der Oberfläche der Flüssigkeit. Je schneller die Gährung eintritt und je lebhafter sie verläuft, um so besser ist die Hefe. Zugleich muß man den Geruch beobachten, den die gährende Flüssigkeit verbreitet. Gute Hefe läßt einen angenehmen weingeistigen Geruch auftreten; ein scharfer, saurer, unangenehmer Geruch bei der Gährung deutet immer auf schlechte Hefe.

Zu der Aufbewahrung der Hefe muß ein kühler (nicht über 8 bis 10° C. warmer) Ort gewählt werden, an dem reine frische Luft herrscht. Im Winter macht die wochenlange Aufbewahrung der Hefe keine Schwierigkeit, im Sommer aber geht sie sehr leicht in Fäulniß über. Man kann sie davor bewahren, wenn man die Hefe bei gewöhnlicher Temperatur durch Ausbreiten an der Luft oder neben hygroskopischen Substanzen scharf trocknet und dann in Gläser dicht einschließt. Savalle [2]) conservirt die Hefe durch Uebergießen mit einem Gemische von 65 bis 85 Thln. Wasser und 15 bis 35 Thln. Alkohol. Auch die Aufbewahrung unter Glycerin oder einem concentrirten Zuckersyrup soll sich bewährt haben (Artus). Melsen's Beobachtung, daß Hefe durch Gefrieren conservirt werden könnte, bestätigte Lintner. Ein aus dickbreiiger Hefe erzeugter Eisblock behielt im Eiskeller aufbewahrt seine gährungserregende Eigenschaft so gut, daß er nach vier Monaten zur Biergährung verwendet werden konnte. — Pasteur vermischt die gepreßte Hefe mit der fünffachen Menge gepulverten gebrannten Gypses und bewahrt das Pulver in Säcken verpackt in einer Trockenkammer. — Früher hat man die Hefe wohl in der Weise conservirt, daß man sie in tiefe Brunnenschachte bis dicht über den Wasserspiegel hinab ließ.

Beim Gebrauche muß die Hefe stets mit Wasser von etwa 20 bis 30° C. angerührt werden zu einem dünnen Brei, wie ihn die frische Bierhefe darstellt. In diesem Zustande wird sie in den Teig gebracht.

---

[1]) Belohoubek, Studien über Preßhefe. Prag 1876. — [2]) Wagner's Jahresbericht f. 1872, 548.

Sauerteig übt wesentlich dieselbe Wirkung auf den Brotteig aus, wie die Hefe. Auch in ihm befindet sich Alkoholhefe [1]) in voller Thätigkeit, die bei dem Einmischen des Sauerteiges in den Brotteig den in letzterem enthaltenen Zucker in Gährung versetzt. Bei dem längeren Liegen des Teiges aber finden die fremden Gährungserscheinungen, die Processe, bei denen Essigsäure, Milchsäure, Buttersäure gebildet wird, Eingang; länger liegender Sauerteig reagirt und riecht stark sauer und bringt natürlich in dem Brotteige sofort diese verschiedenen Gährungen hervor. Namentlich da, wo das Brot in den Haushaltungen bereitet wird, wo der Sauerteig oft 2 bis 3 Wochen von einem Gebäck für das folgende aufbewahrt wird, treten diese sauren Gährungen sehr stark auf, und mit einem solchen Sauerteig kann man natürlich nur ein saures Brot erzeugen, wie man es häufig auf dem Lande findet. Sorgt man aber dafür, daß der Sauerteig vorzugsweise das Ferment der Alkoholgährung enthält, unterdrückt man in geeigneter Weise diese fremden Gährungserscheinungen, so gelingt es auch mit Sauerteig ein gutes, nicht saures Brot zu erzeugen. Das ist überall da der Fall, wo, wie jetzt meistens in den Städten, das Brotbacken ganz in die Hände der Bäcker gelegt ist. Nur von einem Tage zum anderen wird da der Teig aufbewahrt, und in dieser kurzen Zeit finden die Organismen der sauren Gährungen keine Gelegenheit, sich massenhaft zu entwickeln. Besonders wird das verhütet, wenn man dem Sauerteig in kurzen Intervallen neue Mengen von Mehl unter genügendem Zusatze von Wasser beifügt. Bei dieser von rationell arbeitenden Bäckern im Laufe des Tages öfter wiederholten Operation, dem Anfrischen des Sauerteiges, führt man demselben immer wieder neue Mengen von Zucker, neue Mengen von stickstoffhaltigen Körpern zu, so daß vorzugsweise die Alkoholhefe ernährt, gezüchtet wird und bei deren lebhafter Entwickelung die übrigen Gährungserreger in ihrer Vegetation gehindert sind.

Den Sauerteig rührt man in der Regel mit Wasser an, setzt Mehl zu und läßt den dünnen Teig in Gährung kommen. Erst dann trägt man den Rest des Mehles, meistens in bestimmten Intervallen, portionenweise ein und mischt jedesmal durch anhaltendes Kneten das Gemenge sehr sorgfältig, um den Sauerteig in der ganzen Teigmasse möglichst gleichmäßig zu vertheilen.

Brot, welches mit Sauerteig hergestellt wurde, besitzt meistens nicht die weiße Farbe, wie das, zu dessen Lockerung Hefe in Anwendung kam. Früher konnte man sich diese Erscheinung nicht erklären, man trug einfach der Thatsache Rechnung und benutzte Sauerteig fast ausschließlich zu Roggenbrot oder doch solchem Gebäck, bei dem auf die Farbe kein besonderes Gewicht gelegt wurde. Erst in neuerer Zeit gelang es Mège-Mouriès nachzuweisen, daß der oben (S. 29) erwähnte, besonders in der Embryonalschicht der Getreidekörner vorhandene Körper, das Cerealin, diese dunkele Färbung bewirke. Das Cerealin begünstigt nach ihm das Auftreten von saurer Gährung, die Bildung von Essigsäure und Milchsäure.

---

[1]) Engel hat aus Sauerteig eine Hefe isolirt, deren kugelige Zellen nur 0,006 mm groß sind, die unter dem Mikroskop von der Bierhefe etwas verschieden erscheint und daher Saccharomyces minor genannt ist. Näheres über die Hefeformen ist angegeben in Lintner's Bierbrauerei, S. 436 ff.

Durch diese Säuren aber wird der Kleber des Mehles in eine lösliche Substanz verwandelt von schmieriger Consistenz und der Eigenschaft, sich rasch dunkel zu färben. Also wenn der Sauerteig keine Veranlassung zur Bildung der genannten Säuren giebt, oder wenn man dafür sorgt, daß das Cerealin nicht in der angedeuteten Weise wirken kann, ist es möglich, auch mit Sauerteig ein helles Brot zu erzeugen. Weiter unten werden die Methoden besprochen werden, welche Mège-Mouriès zu diesem Zwecke vorgeschlagen hat.

Die Hefe so gut wie der Sauerteig bewirken eine Lockerung des Brotteiges wesentlich durch die bei der Gährung des Zuckers auftretende Kohlensäure. Um nur eine annähernde Vorstellung von der Lockerung des Teiges durch diese Gasentwickelung zu geben, mag folgende Berechnung dienen. Man benutzt zu der Bereitung eines Teiges durchschnittlich auf 100 Gewichtstheile trockenes Mehl 75 Gewichtstheile Wasser. Setzt man das specifische Gewicht des Mehles zu 1,5, das des Wassers zu 1, so nehmen 100 Kg Mehl den Raum von 67 l, 75 Kg Wasser das Volum von 75 l ein und ein Teig aus diesen Mengen Mehl und Wasser erfüllt demnach den Raum von 142 l. Weiter unten wird angedeutet, daß das Mehl durch Gährung etwa 2 Proc. seines Gewichtes verliert. Diese Menge spaltet sich als Zucker in Kohlensäure und Alkohol. Man wird nicht sehr fern von der Wahrheit bleiben, wenn man annimmt, daß 0,9 Proc. vom Gewichte des Mehles an Kohlensäure gebildet wird. Auf 100 Kg Mehl sind das 900 g Kohlensäure. 1 g Kohlensäure nimmt bei 0° und 760 mm Barometerdruck den Raum von nahezu 500 cbcm ein, so daß die 900 g Kohlensäure schon in der Kälte den Raum von 450 l erfüllen.

Schon unter den angedeuteten Verhältnissen kommen 3 Vol. Gas auf 1 Vol. Teig. Natürlich wird bei dem Erhitzen im Backofen die Kohlensäure ihr Volum noch vergrößern. Ein großer Theil der Kohlensäure wird freilich an der Oberfläche des Teiges entweichen, ohne ihn gelockert zu haben, immerhin aber ergiebt sich aus dieser Betrachtung, wie energisch die Vergährung einer so geringen Menge Zucker das Volum des Teiges vergrößert.

Der Gedanke liegt nun nahe, eine solche Kohlensäureentwickelung in anderer Weise im Teige zu erreichen, die Lockerung vorzunehmen ohne Verlust an der Substanz des angewandten Mehles. In der That sind zahlreiche Vorschläge in dieser Richtung gemacht. Um ihren Werth richtig bemessen zu können, ist es nothwendig, sich klar zu werden über die Verluste an Bestandtheilen des Mehles bei der Lockerung des Brotes durch Gährung. Diese Frage hat Heeren[1]) zu beantworten gesucht. Er wurde von dem Magistrat in Hannover aufgefordert, durch Versuche festzustellen, wie groß die Menge Brot sei, die aus einer bestimmten Quantität Mehl erhalten werden könne. Dabei hatte er natürlich dem Verluste an Mehlsubstanz durch die Gährung Rechnung zu tragen. Durch einen im Laboratorium durchgeführten Backversuch wurden die betreffenden Verhältnisse festgestellt. 337,7 g lufttrocknes oder (da der Wassergehalt 12,85 Proc. betrug) 294,3 g trocknes Mehl wurden mit 3 g Salz, 15 g Hefe (3,7 g Trockenrückstand), 112 g Wasser und 100 g Milch (6,2 g Trockenrückstand) zu einem Teig angemacht

[1]) Dingl. pol. Journ. 131, 276.



Nach gehöriger Lockerung durch Gährung wurde derselbe gebacken und das erhaltene gute Brot bei 100° bis zum constanten Gewichte getrocknet. Das Gewicht des Brotes betrug nun 302,7 g. Zieht man von dieser Gewichtsmenge das Gewicht der Trockensubstanz von Salz, Hefe und Milch, in Summa 12,9 g, ab, so bleiben für die trockne Mehlsubstanz 289,8 g übrig. 294,3 Gewichtstheile trocknen Mehles verloren also 4,5 Gewichtstheile bei diesem Versuche, so daß der Verlust an Mehl sich auf 1,53 Proc. berechnet. Berücksichtigt man nun, daß nach v. Fehling's [1]) Beobachtungen Brot im Durchschnitt 44 Proc. Wasser enthält, so beträgt der Verlust von 1,53 Proc. der Trockensubstanz 2,73 Proc. an frischem Brot.

Zu ganz ähnlichen Resultaten kam Gräger bei einem von v. Bibra erwähnten sehr sorgfältig durchgeführten Versuche; er fand den durch die Gährung des Teiges an lufttrockner Substanz hervorgebrachten Verlust zu 2,144 Proc.

Der Betrag dieses Verlustes, den das Mehl durch die Gährung erleidet, fällt nahezu zusammen mit dem oben angegebenen durchschnittlichen Gehalte des Mehles an Zucker; dieser Zucker zerfällt in Alkohol und Kohlensäure und zwar in nahezu gleiche Gewichtsmengen von beiden. In der That fand Graham [2]) bei einem im Jahre 1826 durchgeführten Versuche den Gehalt des gegohrenen Brotes an Alkohol zu etwa 1 Proc. Würde es gelingen, diesen Alkohol, der beim Backen verflüchtigt wird, zu gewinnen, so wäre wenigstens ein Theil des Verlustes zu vermeiden. Man hat berechnet, daß allein in London jährlich 300 000 Gallonen Weingeist aus den Backöfen in die Luft entweichen. Zahlreiche Versuche wurden angestellt, um diesen Verlust zu verhüten, bis jetzt ist es aber nicht gelungen, die verhältnißmäßig kleine Menge von Alkohol aus den Gasen und Dämpfen, die dem Backofen entströmen, zu verdichten. In den großen Militärbäckereien in Chelsea (London) hat man derartige Versuche erst aufgegeben, nachdem man für dieselben, ohne den Zweck zu erreichen, 20 000 Pfund Sterling verwendet hatte. In neuester Zeit scheint, wie aus verschiedenen Nummern der Bäcker- und Conditor-Zeitung hervorgeht, die häufigere Benutzung von Oefen, die von außen geheizt werden und bei denen daher eine Mischung der Feuerungsgase mit den Dämpfen des Ofens vermieden wird, aufs Neue zu Versuchen in der angedeuteten Richtung geführt zu haben. Günstige Resultate werden hier aber schwerlich zu erwarten sein.

Wie schon erwähnt, hat man sich bemüht, den Verlust an Mehlsubstanz durch Gährung zu vermeiden, indem man andere Methoden der Lockerung des Teiges vorschlug. Namentlich Liebig [3]) hat dieser Umgehung der Gährung sehr warm das Wort geredet und er motivirte seine Bestrebungen durch folgende Berechnung: Nimmt man an, daß die 40 Millionen Einwohner des deutschen Reiches nur 20 Millionen Pfund Brot täglich essen, so würden, wenn durch Vermeidung der Gährung ein Verlust von nur 1 Proc. verhütet würde, täglich 2000 Centner Brot mehr gewonnen, d. h. es würde möglich sein, mit derselben Menge Mehl für 400 000 Menschen noch Brot zu schaffen. Dazu kommt noch die größere Sicherheit

[1]) Dingl. pol. Journ. **131**, 283. — [2]) Dingl. pol. Journ. **23**, 332. — [3]) Dingl. pol. Journ. **187**, 182 und 346.



des Bäckers, ein gutes haltbares, nicht saures Brot zu erzeugen. Ueberläßt man den Teig der Gährung zu lange, so treten leicht die oben erwähnten störenden Gährungsprocesse ein, es bildet sich aus dem entstandenen Alkohol Essigsäure. Diese aber wirkt lösend auf den Kleber des Teiges, der letztere verliert seine Zähigkeit, er setzt der Kohlensäure nicht mehr den genügenden Widerstand entgegen, sie entweicht zum größten Theil, das Brot fällt zusammen, wird dicht, speckig. Bei der im Sommer herrschenden höheren Temperatur tritt das schneller ein, als im Winter; es erfordert große Uebung und Aufmerksamkeit, stets den richtigen Zeitpunkt zu treffen, in dem die Gährung durch das Backen unterbrochen werden muß. Alle diese Schwierigkeiten werden vermieden, wenn man auf rein chemischem Wege Kohlensäure im Teig entwickelt. Hier hat es der Bäcker in seiner Gewalt, den Teig in einem bestimmten Zeitpunkte fertig zum Backen zu stellen. Sobald der Teig gemischt ist und die Kohlensäureentwickelung begonnen hat, schreitet man zum Backen. Man hat also bei dieser Methode der Lockerung nicht nothwendig, auf das Eintreten und den richtigen Verlauf der Gährung zu warten. Man spart somit nicht nur an Mehlsubstanz, erhält mehr Brot, sondern gewinnt auch an Zeit. Durch den häufig unrationell bereiteten Sauerteig, durch schlechte Hefe führt man dem Brote außerdem sehr leicht die Keime von Pilzen zu, die ein Verschimmeln, Verderben des Brotes von innen heraus bewirken, eine Gefahr, die bei Vermeidung dieser Lockerungsmittel bei weitem nicht so leicht zu fürchten ist. Zu bedenken ist noch, daß im gegohrenen Brote die Hefezellen selbst durch das Backen nicht alle getödtet werden, daß man also in dem Brote lebende Organismen in die Verdauungsorgane einführt und in denselben dadurch leicht Störungen hervorruft, welche bei Genuß von chemisch gelockertem Brote nicht eintreten können (Wiesner[1]). Allerdings setzt die Benutzung der chemisch wirkenden Lockerungsmittel ein gewisses Vertrautsein mit chemischen Operationen voraus. Die Kohlensäure entwickelt sich hier schneller, treibt also den Teig plötzlich auf und entweicht leichter, als wenn sie langsam durch Gährung gebildet wird. Bei unrichtiger Benutzung dieser künstlichen Lockerungsmittel fällt der Teig demnach viel leichter zusammen, als bei der gewöhnlichen Lockerungsmethode. Schließlich muß natürlich auch der Preis der Chemikalien berücksichtigt werden, ihre Anwendung ist nur dann angezeigt, wenn der Mehrgewinn an Brot die Ausgabe für die Chemikalien deckt.

Zur Entwickelung von Kohlensäure im Brotteig auf rein chemischem Wege sind nun sehr verschiedene Vorschriften gegeben. Schon am Ende des letzten Jahrhunderts hat Henry den aufs Neue 1837 von Whiting empfohlenen Zusatz von Salzsäure und Natriumcarbonat in Vorschlag gebracht. Besser natürlich kam man zum Ziele bei Verwendung von Natriumbicarbonat, einem Salz, das wegen seiner geringeren Löslichkeit viel leichter rein dargestellt werden kann, als das neutrale Carbonat, und das bei der Behandlung mit Salzsäure die doppelte Menge von Kohlensäure liefert, als letzteres. Sewell nahm 1848 in England ein Patent auf folgende Verwendung dieser Substanzen: 127 Kg Mehl werden mit 1,276 l Salzsäure von 1,14 specif. Gewicht unter stetem Umrühren möglichst gleichmäßig

[1]) E. N. Horsford, Report on Vienna Bread, Washington 1875, p. 94, 112.

benetzt. Die gleiche Menge von Mehl (also auch 127 Kg) wird mit dem sehr feinen Pulver von 1106 g Natriumbicarbonat gemischt. Beim Gebrauche wird von beiden Mehlsorten eine gleiche Gewichtsmenge angewendet, das innige Gemisch aus beiden mit Wasser zu einem Teige angemacht. Natürlich wirkt hier nun sofort die Salzsäure auf das Natriumbicarbonat ein, unter Bildung von Chlornatrium (Kochsalz) wird Kohlensäure frei, die den Teig lockert. Sobald das erreicht ist, wird gebacken.

Liebig hat folgende Gewichtsverhältnisse der Substanzen als praktisch bewährt empfohlen. 100 Pfd. Mehl mischt man durch wiederholtes Sieben möglichst innig mit dem feinen Pulver von 1 Pfd. Natriumbicarbonat. Einen Theil dieses Mehlgemisches, etwa $^1/_5$ desselben, stellt man zur Seite.

Die übrige Menge wird mit 70 bis 80 Pfd. Wasser, in welchem 1,75 bis 2 Pfd. Kochsalz gelöst sind, zu einem Teige angemacht. Darauf fügt man 4,25 Pfd. Salzsäure von 1,063 specif. Gewicht (käufliche arsenfreie Salzsäure von 1,125 specif. Gewicht mit ihrem gleichen Volumen Wasser verdünnt) allmälig dem Teige zu, knetet auch das letzte Fünftel des Mehlgemisches in das Gemenge hinein, und nachdem durch ruhiges Stehen der geformten Brote während $^1/_2$ bis $^3/_4$ Stunden die Lockerung gehörig vorgeschritten ist, bringt man dieselben in den Backofen.

Schon aus dieser Vorschrift von Liebig, bei der ein besonderer Zusatz von Kochsalz empfohlen wird, ist ersichtlich, daß nicht etwa, wie manche sehr ängstliche Aerzte geglaubt haben, durch die Wechselwirkung von Salzsäure und Natriumcarbonat eine zu große Menge von Chlornatrium in das Brot gebracht würde. Eine einfache Rechnung läßt überdies leicht das Irrige dieser Ansicht erkennen. Die von Sewell auf 254 Kg Mehl verwendeten 1,276 l Salzsäure von 1,14 specif. Gewicht enthalten 407 g Chlorwasserstoff. Wird das Chlor dieser Säuremenge an Natrium gebunden, so entstehen 652 g Chlornatrium, d. h. auf 100 Kg Mehl 260 g Kochsalz oder 0,26 Proc. Es reicht übrigens die Salzsäure bei der Vorschrift von Sewell nicht aus zur vollständigen Neutralisation des vorhandenen Natriumbicarbonats. Die 407 g Chlorwasserstoff zersetzen nur 937 g Natriumbicarbonat, so daß 169 g übrig bleiben, die beim Erhitzen im Backofen noch die Hälfte ihres Kohlensäuregehaltes frei werden lassen unter Bildung von neutralem Natriumcarbonat. Diese Vorsicht war bei der Vorschrift von Sewell nöthig. Er benutzt ziemlich concentrirte Salzsäure, die bei mangelhafter Mischung des Teiges leicht einzelne Stellen des Brotes stark sauer erscheinen lassen würde. Anders ist das bei Liebig's Angabe. Die von diesem verwendeten 4,25 Pfund Salzsäure von 1,063 specif. Gewicht enthalten 277 g Chlorwasserstoff. Diese würden im Stande sein 638 g Natriumbicarbonat zu neutralisiren. 500 g dieses Salzes sind aber nur in den 100 Pfd. Mehl, für die die obige Salzsäuremenge verwendet werden soll, vorhanden, es wird also ein kleiner Ueberschuß von Salzsäure im Brote bleiben. Nach Liebig's Vorschrift bilden sich 348 g Chlornatrium (0,68 Proc. vom Gewichte des Mehles) und 60 g Chlorwasserstoff bleiben ungesättigt im Brote, eine Menge, die auf das Gewicht des Mehles nur 0,1 Proc. ausmacht und dem Brote den angenehmen, sehr schwach sauren Geschmack zu ertheilen im Stande ist, den man namentlich am Schwarzbrot häufig gern hat.

Bei der großen Verdünnung, in der die Salzsäure nach Liebig's Vorschrift angewendet wird, ist jedenfalls nicht zu fürchten, daß diese geringe Menge von Salzsäure irgendwie störend wirken sollte. Liebig empfiehlt sogar, dem Teige eine kleine Menge von Essig (1 bis 2 l auf 100 Pfd. Mehl) zuzusetzen, um dem Brote den beliebten Geschmack des Bäckerbrotes zu ertheilen. Wenn man in dem Essig 125 bis 250 g alten mageren Käse vertheile, bekäme das Brot den Geschmack des Bauernbrotes.

Die Unschädlichkeit der freien Säure gilt übrigens nur von der oben berechneten kleinen Quantität von Salzsäure. Wenn dieselbe nicht gehörig verdünnt angewandt und dem Teige unvorsichtig zugesetzt wird, kann geradezu ungenießbares Brot entstehen. Stohmann [1]) erwähnt, daß ihm ein solches durch chemische Mittel gelockertes Brot vorgelegt wurde, welches so sauer war, daß die Zähne beim Kauen desselben stumpf wurden und dessen wässeriger Auszug stark sauer reagirte. Ein derartiges Brot muß natürlich unter jeder Bedingung zurückgewiesen werden.

Noch eine andere Gefahr ist mit dem Gebrauche von Salzsäure durch Nichtchemiker verknüpft. Sehr selten kommt im Handel zu billigem Preise ganz arsenfreie Salzsäure vor. Die bei der Bereitung der Salzsäure dienende Schwefelsäure, jetzt zum größten Theile aus Pyriten gewonnen, ist meistens arsenhaltig und giftiges Chlorarsen wird durch sie der Salzsäure leicht zugeführt. Wenn auch dessen Menge im Brote schließlich verschwindend klein sein wird, so kann doch auch diese kleine Menge von Arsen bei dauerndem Genuß solchen Brotes Störungen im Organismus hervorrufen.

Dieser Uebelstand und die flüssige Form der zu verwendenden Salzsäure waren es, welche dazu geführt haben, andere Körper an Stelle der Salzsäure zur Zersetzung des Natriumbicarbonates zu verwenden. So schlug Puscher [2]) vor, Natriumbicarbonat und Salmiak zum Lockern des Brotes anzuwenden. Allerdings erst beim Erhitzen des Teiges im Ofen wirken diese Körper auf einander ein, Chlornatrium bleibt im Brote zurück, Ammoniak und Kohlensäure lockern dasselbe in Gasform. Man hat, namentlich in England, die leicht durch Krystallisation zu reinigende Weinsäure benutzt. Trocknes Pulver von Weinsäure oder auch von Weinstein (saurem weinsauren Kalium) und fein zerkleinertes Natriumbicarbonat lassen sich mit einander mischen, ohne daß beide auf einander einwirken. Beim Zusatz von Wasser aber werden die Bestandtheile des Gemisches gelöst und wirken nun auf einander ein unter lebhafter Entwickelung von Kohlensäure. Das Gemisch von Weinsäure und Natriumbicarbonat oder auch ein Gemenge dieser Mischung mit Stärke, Mehl, Kleie wird in England und Amerika unter dem Namen „yeast-powdre“ (Hefenpulver, Backpulver) in den Handel gebracht. Setzt man dieses Pulver dem Mehle zu, und macht das Gemisch mit Wasser zu Teig an, so tritt in dem Teige die oben angedeutete chemische Reaction ein und derselbe wird durch die frei werdende Kohlensäure gelockert. Hier aber bildet sich nicht, wie bei der Anwendung von Salzsäure, das angenehm schmeckende Chlornatrium, sondern Natriumtartrat, ein Salz von unangenehm fadem Geschmacke. Nur

[1]) Muspratt's Chemie, 3. deutsche Auflage 1, 1643. — [2]) Dingl. pol. Journ. 187, 523.



für feinere Gebäcke, wo dieser Geschmack durch Zucker oder Gewürze verdeckt wird, findet dieses Backpulver deshalb wohl Anwendung. Dasselbe gilt von einem amerikanischen Backpulver, in welchem Reichardt[1] ein Gemisch von 1 Thl. Weinstein und 3 Thln. Calciumcarbonat fand.

Wichtiger ist unstreitig der Vorschlag, den zuerst Horsford[2], früher Professor in Cambridge in Nordamerika, machte, nämlich Phosphorsäure zur Zersetzung des Natriumbicarbonates zu benutzen. Die Phosphorsäure ist zu hygroskopisch, um als solche in Anwendung kommen zu können. Eine sehr zweckmäßige Form für die Verwendung dieser Säure aber ist das saure Calciumphosphat ($CaH_4P_2O_8$), eine im Wasser lösliche Verbindung, welche in Lösung auf das Natriumbicarbonat mit derselben Energie einwirkt, wie die freie Phosphorsäure. Das saure Calciumphosphat bereitet man nach Horsford's Vorschrift[3] sehr einfach durch Behandlung von weißgebrannten Knochen mit Schwefelsäure. Die gebrannten Knochen bestehen zum größten Theil aus einem Calciumsalze von der Formel $Ca_3P_2O_8$. Bei der Einwirkung der Schwefelsäure auf diese Verbindung werden der letzteren 2 At. Calcium entzogen und durch Wasserstoff ersetzt, das austretende Calcium dagegen tritt an die Stelle von Wasserstoff in der Schwefelsäure: ($Ca_3P_2O_8 + 2H_2SO_4 = 2CaSO_4 + CaH_4P_2O_8$). Es bildet sich also neben sehr schwerlöslichem Calciumsulfat (Gyps) das in Wasser leicht lösliche saure Calciumphosphat. Durch Zusatz von Wasser wird vorzugsweise das letztere gelöst, so daß man durch Filtration die Lösung von dem Gypse trennen kann. Die filtrirte Lösung liefert nach dem Eindampfen beim Erkalten eine krystallinische Masse, die nach dem gehörigen Trocknen durch Einkneten von Stärke, Ausbreiten an der Luft oder in geheizten Räumen ein bröckliges, schwach hygroskopisches Pulver darstellt. Dieses Pulver wird als „Säurepulver" und zugleich fein zertheiltes Natriumbicarbonat als „Alkalipulver" in den Handel gebracht. Den Schachteln, welche diese Präparate enthalten, ist ein Maß beigegeben, das aus zwei mit ihren Böden an einander gelötheten kleinen Bechern von verschiedener Größe besteht. Auf ein bestimmtes Quantum Mehl verwendet man beim Anmachen des Teiges den größeren Becher voll Säurepulver, den kleineren Becher voll Alkalipulver. Das mit diesen Pulvern womöglich durch Sieben innig gemengte Mehl wird mit Wasser zum Teige geformt und sobald die beiden Salze, durch das Wasser gelöst, unter Kohlensäureentwickelung auf einander zu wirken begannen und den Teig lockerten, bringt man denselben in den Ofen. Um während der Teigbildung nicht zu viel Kohlensäure zu verlieren, kann man auch das Säurepulver in der einen Hälfte des nöthigen Wassers auflösen und mit dieser Lösung die Hälfte des Mehles mischen; das Alkalipulver wird in dem Rest von Wasser gelöst und mit der anderen Hälfte des Mehles verknetet. Bringt man nun die beiden Teige unter starkem Kneten zusammen, so beginnt erst in dem nahezu fertigen Gemische die Kohlensäureentwickelung. In England und Amerika kommt auch Mehl unter dem Namen „Self raising flour" in den Handel, das schon mit dem Salzgemische versehen ist, also direct beim Anmachen mit Wasser einen

[1]) Dingl. pol. Journ. 137, 399. — [2]) Chem. News 1861, Bd. 2, 174. — [3]) Ott in Dingl. pol. Journ. 212, 438.



lockeren Teig bildet. Horsford hat nach seinen Angaben im Jahre 1868 nicht weniger als 1 Million Pfund von seinem Backpulver in Amerika verkauft.

Liebig [1]) hat sich sehr bemüht, dieses Backpulver auch in Deutschland zu verbreiten. Er machte darauf aufmerksam, daß gerade durch dieses Präparat dem Mehl ein Theil der Nährsubstanzen wieder zugeführt werden könnte, welche dem Korne durch die Abscheidung der Kleie entzogen würden. Gerade im äußeren Theile der Getreidekörner sind die Eiweißkörper und mit diesen die Nährsalze in größter Menge aufgespeichert. Die Salze des Kornes bestehen nun vorzugsweise aus den Phosphaten von Kalium, Calcium, Magnesium. Da die Knochenasche neben Calciumphosphat auch Magnesiumphosphat enthält, so werden durch das Horsford'sche Säurepulver gerade Salze dem Brote zugeführt, welche in der Kleie abgesondert werden. Richtiger wäre es nach diesen Betrachtungen, an Stelle von Natriumbicarbonat das entsprechende Kaliumsalz anzuwenden, dann würden sämmtliche Salze der Kleie in dem Mehle ersetzt. Das Kaliumbicarbonat ist aber zu theuer, es besitzt etwa den dreifachen Preis des Natriumsalzes und das hat Horsford dazu geführt, dem billigeren Natriumsalz den Vorzug zu geben. Liebig machte den Vorschlag, ein billiges Kaliumsalz, das jetzt in Staßfurt und Kalusz in großen Massen fabricirte Chlorkalium, dem Backpulver zuzusetzen und zwar in solcher Menge, daß das Natriumbicarbonat und das Chlorkalium sich umsetzen könnten in Kaliumbicarbonat und Chlornatrium. Hätte man z. B. gefunden, daß 1 Gewichtsthl. Natriumbicarbonat 3 Thle. Säurepulver zu zersetzen im Stande wäre, so berechnete sich unter der oben erwähnten von Liebig durch Versuche motivirten Annahme, daß die Kohlensäure von 1 Pfd. Natriumbicarbonat ausreicht, um den Teig von 100 Pfd. Mehl zu lockern, die Zusammensetzung des Backpulvers für 100 Pfd. Mehl in folgender Weise:

Säurepulver	Alkalipulver
1500 g	500 g Natriumbicarbonat
	443 „ Chlorkalium
	943 g

Setzte man, um einfache Verhältnisse zu haben, dem Alkalipulver noch 57 g Kochsalz zu, so hätte man auf 100 Pfd. Mehl 3 Pfd. Säurepulver und 2 Pfd. Alkalipulver zu verwenden. Bei dieser Vorschrift soll das Natriumbicarbonat nicht ganz ausreichen zur Neutralisation des Säurepulvers, auch hier wird daher ein Brot erhalten, welches Spuren von freier Säure enthält.

Es läßt sich nicht leugnen, daß von allen oben besprochenen Surrogaten der Hefe oder des Sauerteigs dieses Horsford-Liebig'sche Pulver das am rationellsten zusammengesetzte ist. Allerdings ist bei diesem Ausspruche vorausgesetzt, daß man bei der Herstellung des Pulvers durchaus reine Chemikalien verwendet; namentlich die Schwefelsäure des Handels ist meistens arsenhaltig und kann ihren Arsengehalt wenigstens zum Theil in das Säurepulver treten lassen. In Deutschland hat dieses Backpulver keinen großen Eingang gefunden, obgleich Liebig zwei anerkannt tüchtige Firmen, G. C. Zimmer in Mannheim und

[1]) Ann. Chem. Pharm. 149, 49.

L. C. Marquart in Bonn, veranlaßte, die Präparate in reinem Zustande in den Handel zu bringen. Vor Allem hat dabei wohl der gerade im Bäckergewerbe lebhaft hervortretende Hang, am Althergebrachten festzuhalten, mitgewirkt. Der Bäcker muß den Geschmack seiner Kunden befriedigen, und es gehört eine gewisse Freiheit von Vorurtheilen dazu, sich von einem bestimmten Geschmacke des täglich genossenen Brotes abzugewöhnen. Dazu kommt auch die Unkenntniß der großen Menge mit chemischen Reagentien; dem Laien erscheint jeder Eingriff der Chemie in seine Gewohnheiten von vornherein als unberechtigt; jeder derartige neue Vorschlag wird mit Mißtrauen aufgenommen. In Deutschland ist nun die Herstellung des Brotes zum bei weitem größten Theile Aufgabe der Bäcker, immer weniger wird das Brotbacken in den Haushaltungen vorgenommen. Wie schon oben angedeutet treten aber bei dem regelmäßigen Betriebe der Bäckereien die unangenehmen Eigenschaften des Sauerteigs nicht so störend auf, als wenn in den Haushaltungen der Sauerteig oft wochenlang von einem Backen zum anderen aufbewahrt wird. In Amerika ist das anders. Dort wird vorwiegend das Brot im Hause gebacken, dort also hatte man viel mehr Grund, den das Brot verschlechternden Sauerteig zu vermeiden und zu chemischen Lockerungsmitteln zu greifen.

Auch die Erwartung von Liebig, daß das mit Horsford'schem Backpulver erzeugte Brot durch den größeren Gehalt an Nährsalzen nahrhafter sein sollte, hat sich nicht bewahrheitet. In C. Voit's Laboratorium in München hat G. Meyer [1]) durch Versuche festgestellt, welches Brot vom menschlichen Organismus am leichtesten verdaut würde. Weiter unten sollen diese Versuche noch eingehender besprochen werden, hier mag nur hervorgehoben werden, daß Meyer fand, aus dem Horsford-Liebig'schen Brot würden die künstlich vermehrten Nährsalze nicht vom Organismus aufgenommen.

Es ist aber gar nicht nöthig, die Kohlensäure erst in dem Brotteig entstehen zu lassen, man kann die Lockerung des Brotes durch Kohlensäure auch erreichen, wenn man mit freier Kohlensäure gesättigtes Wasser benutzt, um das Mehl zu Teig zu verarbeiten. Mischt man Mehl mit solchem kohlensäurehaltigen Wasser unter Druck, so reicht es schon aus, diesen Druck aufzuheben, um eine Ausdehnung des Gases und damit eine Lockerung des Teiges zu erreichen. Das ist das Princip, welches ein englischer Arzt, Dauglish, im Jahre 1856 zuerst anwandte zur Bereitung seines „aëreted bread", dessen Herstellung im Kleinen in Carlisle versucht wurde, jetzt aber in bedeutenden Fabriken in London und anderen englischen Städten sowie in Berlin und Paris durchgeführt wird. Die von ihm befolgte Methode und die dazu nöthigen Apparate wurden wiederholt beschrieben, so von Odling [2]), Oppenheim [3]) und F. Hoffmann [4]).

Die Kohlensäure, welche Dauglish bei einer Methode nothwendig hat, wurde zuerst durch Erhitzen von Kreide in Retorten gewonnen. Diese Weise der Kohlensäurebereitung bewährte sich indessen nicht, man fabricirt das Gas jetzt durch Einwirkung von Salzsäure oder Schwefelsäure auf Calciumcarbonat. Allerdings ist auch hier die größte Sorgfalt auf Reinheit der Reagentien, namentlich

[1]) Zeitschrift für Biologie 1871 (7), 1. — [2]) Dingl. pol. Journ. 155, 148. — [3]) Dingl. pol. Journ. 160, 457. — [4]) Dingl. pol. Journ. 175, 159.

der Salzsäure zu verwenden. A. W. Hofmann[1]) theilte mit, daß im „aëreted bread" Spuren von Arsen nachgewiesen wurden, welche aus der arsenhaltigen Salzsäure in das kohlensaure Wasser gelangten. Die Kohlensäure sammelt man in einem Gasbehälter und führt sie von hier zum Apparate, in dem der Teig hergestellt wird. Dieser besteht in seiner einfachsten Form im Wesentlichen aus zwei Theilen, einem Behälter, in welchem das kohlensäurehaltige Wasser hergestellt, und einem Mischgefäße, in welchem das Wasser mit dem Mehle zusammengebracht wird. Der erste Theil, der Wasserbehälter, ist ein an beiden Enden halbkugelförmig geschlossener Cylinder *A* (Fig. 25) von Kupferblech, der im Innern gut verzinnt ist. Der Cylinder ist 1,52 m hoch und 0,3 m weit. An seinem oberen Ende steht dieser Cylinder bei *a* durch einen Hahn mit einem über ihm stehenden Wasserreservoir in Verbindung, durch eine zweite Röhre *b* ist dieses obere Ende von *A* mit dem Mischgefäße *B* in Verbindung. Auch diese Röhre kann durch einen Hahn *c* geschlossen werden. Am unteren Ende von *A* mündet in diesen Cylinder zunächst das Rohr *d*, durch welches aus dem Gasbehälter her die Kohlensäure zugeführt werden kann. Dieses Rohr schließt im Innern von *A* mit einer fein durchlöcherten Brause, so daß die Kohlensäure in feiner Vertheilung eintreten kann. Auch das untere Ende von *A* steht mit dem Mischgefäß in Verbindung durch das Rohr *e*, welches durch den Hahn *f* abgeschlossen werden kann. *h* ist ein Wasserstandszeiger, um die Füllung von *A* controliren zu können, *g* ist ein Manometer, an dem sich der Druck anzeigt, der im Apparate herrscht. Das Mischgefäß *B* ist eine aus Gußeisen hergestellte hohle Kugel von etwa 91 cm lichter Weite und einer Wandstärke, die einem Druck von 21 Kg pro qcm Widerstand leistet. Diese Kugel hat oben und unten je eine Oeffnung von etwa 30 cm Weite. Die obere Oeffnung bei *i* dient zum Eintragen des Mehles; sie kann durch einen Deckel, der durch Kautschuk gedichtet ist, fest verschlossen werden. Die untere Oeffnung bei *K* kann durch das Schieberventil *l* geschlossen und freigelegt werden; sie dient dazu, den fertigen Teig aus dem Mischgefäß heraus zu schaffen. Die Oeffnung bei *K* hat eine eigenthümliche Einrichtung. Sie enthält zwei Schlitze von je 5 cm Länge und 6 mm Breite, welche durch innere Vorsprünge gegen die directe Pressung des Gases geschützt sind. Vor beiden Schlitzen liegen Röhren aus Zinn, die sich allmälig trompetenartig erweitern und sich schließlich zu einer Oeffnung von 10 cm Weite vereinigen. Vor dem Herausholen des Teiges aus dem Mischgefäß wird der Druck in dessen Innerm etwas verringert durch Ausblasenlassen von Kohlensäure. Auch während des Herausquellens von Teig kann etwas Kohlensäure entweichen.

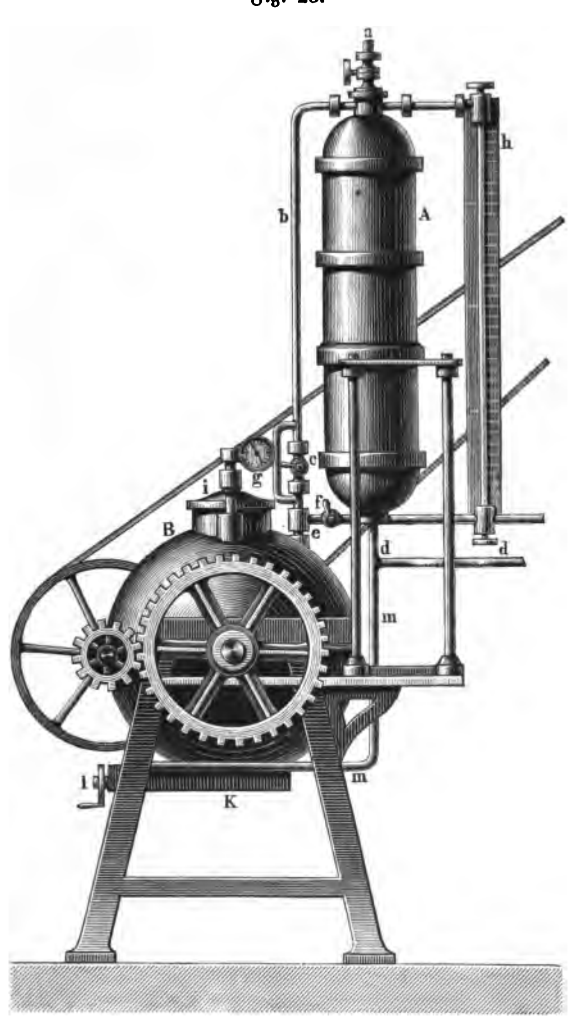
Damit von diesem Gase möglichst wenig verloren wird, läßt man dasselbe durch die Röhre *m* und *d* wieder in den Gasbehälter zurückströmen. In *B* liegt eine durch den Mittelpunkt der Kugel gehende Axe, die durch das in der Zeichnung angedeutete Getriebe in Umdrehung gesetzt werden kann. An dieser Axe sind Schaufeln oder Gabeln befestigt, die sich bei der Bewegung der Axe mit dieser drehen und deren Enden möglichst nahe an der inneren Peripherie der Kugel hingleiten.

---

[1]) Wagner's Jahresber. 1863, 204.

Der Betrieb des Apparates ist nun folgender: Zunächst läßt man ein bestimmtes Quantum Wasser, z. B. 100 l, in den Wassercylinder eintreten, so daß derselbe etwa zu $^3/_4$ davon gefüllt ist. Während dieser Operation ist der Hahn *f* geschlossen. Sodann füllt man durch *i* mit Hülfe eines weiten Leinenschlauches

Fig. 25.



einen Sack (127 Kg) Mehl, dem etwa 1,5 bis 2 Kg Salz zugesetzt sind, in das Mischgefäß. Nachdem dessen obere Oeffnung dicht geschlossen ist und nachdem man den Hahn *c* geöffnet hat, setzt man eine Luftpumpe in Thätigkeit, die mit dem Mischgefäß in Verbindung steht, die aber in der Zeichnung nicht angedeutet ist. Man macht durch dieselbe den Innenraum des Apparates möglichst luftleer, eine

Luftverdünnung von 737 mm sollte erreicht werden. Dieses Auspumpen der Luft ist nothwendig, weil, wie schon oben angedeutet wurde, die Kohlensäure zum großen Theil wieder in den Gasbehälter zurückkehrt, also vor Verdünnung mit Luft möglichst geschützt werden muß. Nach Erreichung der nöthigen Luftverdünnung läßt man die Kohlensäure durch *d* eintreten. Mit Hülfe einer Compressionspumpe wird das Gas durch das Wasser in den Apparat gedrückt, bis ein Druck von 7 bis 14 Kg pro Quadratcentimeter in dessen Innerm herrscht. Das Wasser absorbirt nun unter diesem Druck die Kohlensäure, das nicht absorbirte Gas entweicht durch *b* in das Mischgefäß. Wenn der angegebene Druck erreicht ist, so überläßt man den Apparat einige Zeit sich selbst, damit das Wasser sich vollständig mit Kohlensäure sättigen kann. Sodann öffnet man den Hahn *f* und läßt durch diesen das kohlensäurehaltige Wasser zu dem Mehle im Mischgefäße treten. Zugleich wird der Mechanismus in Bewegung gesetzt, der ein inniges Gemenge von Mehl und Wasser herstellt. Der Teig, der hier gebildet wird, ist durchaus verschieden von dem gewöhnlichen Brotteig, er ist nicht blasig, sondern bildet eine blasenfreie Masse. In 3 bis 10 Minuten, je nach der Güte des Mehles, ist das Kneten beendet. Dasselbe soll so lange fortgesetzt werden, bis der Kleber die nöthige Zähigkeit besitzt, um die Kohlensäure dicht einzuschließen; je reicher das Mehl an Kleber ist, um so weniger Zeit gebraucht man zum Kneten. Hat der Teig die nöthige Beschaffenheit erlangt, so wird zunächst durch Oeffnung des unteren Ventiles ein Theil der Kohlensäure fortgelassen und unter einem Druck von 7 Kg pro Quadratcentimeter läßt man den Teig nun austreten. Ein Arbeiter theilt die ausquellende Teigmasse durch einfaches Abschließen der Austrittöffnung in Portionen, die nach dem Ausbacken ein zweipfündiges Laib Brot liefern. Gewöhnlich füllt man diese Klumpen in viereckige oben offene Holzkästen, in denen das Teiggewicht controlirt wird. In diesen Kästen dehnt die vorher comprimirte Kohlensäure den Teig aus. Ist er gehörig gelockert, so stülpt man die Kästen über Blechen um und schießt auf diesen die von den Holzkästen befreiten Teigmassen in den Ofen ein. Oder man füllt den Teig gleich in Blechformen, in denen er gebacken wird.

Die Teigstücke werden nun sofort zum Ofen transportirt und gebacken. Das Backen muß aber sehr vorsichtig geschehen. Der Teig hat eine viel niederere Temperatur, als er sie bei dem gewöhnlichen Backverfahren zu besitzen pflegt, sie soll um 25° C. niedriger liegen, als gewöhnlich. Der Grund davon liegt einmal in der Anwendung von möglichst kaltem Wasser zur Herstellung des Teiges, sodann aber auch darin, daß die Kohlensäure beim Ausdehnen während des Austretens des Teiges aus dem Apparate bedeutende Mengen von Wärme latent werden läßt. Nur allmälig nimmt der Teig im Ofen höhere Temperatur an, nur allmälig tritt die Ausdehnung und theilweise Entweichung der Kohlensäure ein. Deshalb darf die Bildung der Brotkruste hier nicht gleich im Anfange des Backens bewirkt werden, sie würde sonst unfehlbar durch die nachherige Ausdehnung der Kohlensäure gesprengt werden; die Erhitzung muß vielmehr sehr langsam geschehen, die Kruste darf sich erst bilden, nachdem der Teig gehörig aufgegangen ist. Zu diesem Zwecke ist der von Dauglish benutzte Ofen eigenthümlich construirt. Durch den Ofen bewegen sich über Rollen zwei parallel mit einander gespannte Ketten ohne Ende, welche eiserne Platten tragen. Durch allmäliges Fortbewegen

der Ketten werden die Backplatten, welche von unten schwach erwärmt sind, ganz langsam mit leicht zu regulirender Geschwindigkeit der am einen Ende des Ofens befindlichen Wärmequelle genähert, so daß die auf den Platten liegenden Brote ganz allmälig in immer heißere Theile des Ofens kommen und denselben am heißesten Ende verlassen. Der Ofencanal hat eine Länge von etwa 12 m und diese Strecke legen die Brote zurück in der Zeit von etwa einer Stunde.

Die eben geschilderte Methode der Brotbereitung besitzt vor dem gewöhnlichen Verfahren bedeutende Vorzüge, von denen besonders folgende hervorzuheben sind. In einer Brotfabrik nach Dauglish's Einrichtung herrscht eine viel größere Reinlichkeit, als in den gewöhnlichen Bäckereien. Von dem Augenblicke an, in dem das Mehl in die Fabrik eingeführt ist, wird es nicht mehr mit den Händen berührt, als bis es zu Brot geworden ist. Die Apparate sind alle so angeordnet, daß sie sich unmittelbar an einander anschließen. Sodann ist die Schnelligkeit bemerkenswerth, mit der das Brot fertig wird. Während beim gewöhnlichen Verfahren zum Kneten und Backen etwa 3 Stunden, zum Gehen des Vorteiges und der zum Backen fertigen Waare etwa 3 bis 4 Stunden nöthig sind, verlaufen hier sämmtliche Operationen in etwa $1^1/_2$ Stunden. Alle Operationen werden mit Maschinen vorgenommen, die Arbeiter werden entlastet, das Brot wird billiger. Dabei ist das Verfahren unabhängig von Zufälligkeiten, von der Temperatur der Luft, Beschaffenheit des Mehles, der Hefe ꝛc., Dauglish's Methode liefert also mit großer Sicherheit stets ein Product von gleich vorzüglicher Güte. Von solchem guten Brote wird außerdem auch eine größere Menge gewonnen, als nach dem gewöhnlichen Verfahren. Zuerst glaubte Dauglish aus seinen Versuchen schließen zu können, daß die Mehrproduction 10 bis 11 Proc. Brot betrüge. Diese Annahme war entschieden übertrieben. Später hat Dauglish seine Angaben auch modificirt. In der ersten Zeit des Betriebes war nicht für gehöriges Austreiben des Wassers aus dem Brote beim Backen gesorgt, der zuerst erwähnte bedeutende Mehrbetrag an Brot bestand daher vorzugsweise aus Wasser. Als aber dieser Fehler beseitigt war und ein Brot von 42 bis 44 Proc. Wassergehalt erzielt wurde, fand Dauglish einen Mehrgewinn von 1 bis 2,1 Proc. an Brot, Zahlen, welche ganz übereinstimmen mit dem oben erwähnten von Heeren ermittelten Verluste an Mehlsubstanz durch Gährung. Auch vor den Brotsorten, welche mit den anderen oben besprochenen Hefesurrogaten gelockert werden, hat Dauglish's Brot den wesentlichen Vorzug, daß bei seiner Bereitung durchaus nichts Fremdes in das Mehl gelangt. Nach seiner Vorschrift werden nur die Bestandtheile des Mehles vollständig erhalten, das Lockerungsmittel, die Kohlensäure verflüchtigt sich zum größten Theil, kann jedenfalls, wenn sie vorsichtig aus reinen Substanzen bereitet wurde, durchaus keine schädliche Wirkung äußern.

Das „aërated bread“ hat übrigens einen etwas faden Geschmack, es muß dem Mehle eine größere Menge von Kochsalz zugesetzt werden, als das bei gewöhnlichem Brote geschieht, damit der Geschmack des Brotes angenehm zu nennen ist.

Eine Reihe von Teiglockerungsmitteln mag hier noch kurz erwähnt werden, wenn dieselben auch für die eigentliche Brotfabrikation erst in zweiter Linie bestimmt sind, vorzugsweise in der Feinbäckerei Anwendung finden.

Ammoniumcarbonat (Hirschhornsalz, Riechsalz ꝛc.) ist eine Verbindung, die schon bei gewöhnlicher Temperatur etwas flüchtig ist, bei directer Erhitzung aber sehr leicht in Dampfzustand übergeht. Mischt man also Teig mit Pulver von diesem Salz, so wird das Ammoniumcarbonat beim Backen des Teiges verflüchtigt und sein Dampf lockert das Gebäck. In frischem Zustande schmeckt solches Gebäck immer etwas nach Ammoniak, nach kurzem Liegen aber verdunstet der Rest des Lockerungsmittels, der im Backwerk geblieben ist, vollständig. Um aus dem Ammoniumcarbonat die Kohlensäure auszutreiben, setzt man häufig, namentlich in England, dem Teig gleichzeitig mit dem Ammoniumcarbonate noch Alaun zu. Auch Gemische von Natriumbicarbonat und Alaun oder Aluminiumsulfat[1]) sind zur Lockerung des Teiges in Vorschlag gebracht. Aluminiumsulfat oder Alaun wirken auf die Carbonate so ein, daß Thonerde abgeschieden, Ammonium- resp. Natriumsulfat gebildet und die Kohlensäure in Freiheit gesetzt wird. Beim Backen wird aber das Ammoniumsulfat durch die Thonerde wieder theilweise zersetzt, es bildet sich wieder Aluminiumsulfat unter Austritt von Ammoniak. So können also Aluminiumsalze in das Brot gelangen, man sollte daher (siehe unten) solche Hefepulver, welche Alaun oder Aluminiumsulfat enthalten, entschieden vermeiden.

Genau so wie das Ammoniumcarbonat, einfach durch Uebergang in Dampfform, lockert auch Alkohol das Brot, mehrfach benutzt man daher besonders aromatisch schmeckende alkoholische Flüssigkeiten, wie Arrak, Rum ꝛc., als Lockerungsmittel.

Vielfach findet auch Kaliumcarbonat (Pottasche) Anwendung, besonders zur Lockerung von Lebkuchen und derartigem Gebäck. Solches Backwerk wird aus einem Teige hergestellt, der aus Honig oder Syrup und Mehl bereitet wurde. Dieser Teig enthält eine so concentrirte Zuckerlösung, daß Gährung durch Hefezusatz nicht in demselben hervorzubringen ist. In eine solche Mischung knetet man nur eine kleine Menge von Pottasche ein und überläßt das Gemisch sich selbst während längerer Zeit. Wochen, ja Monate hindurch läßt man das Gemenge liegen. Während dieser Zeit können sich nun, aus der Luft in die Masse gelangend, die Organismen in dem Teig entwickeln, welche die Ueberführung einer wenn auch sehr geringen Menge des Zuckers in Säure bewirken. Die Säuren werden sofort von dem Kaliumcarbonate neutralisirt unter Entwickelung von Kohlensäure, diese aber lockert den Teig. Dasselbe Ziel wie das Kaliumcarbonat lassen natürlich auch andere Salze der Kohlensäure, so die vom Natrium, Magnesium, Calcium ꝛc., erreichen, in verschiedenen Gegenden verwendet man verschiedene von diesen Salzen.

Ein in der Kuchenbäckerei häufig benutztes Lockerungsmittel bildet der aus Eiweiß geschlagene Schnee. In demselben ist viel Luft in sehr fein vertheiltem Zustande eingeschlossen. Wird solcher Schnee in den Teig gemischt, so werden die Luftbläschen durch den Brei gleichmäßig vertheilt. Beim Erhitzen im

[1]) E. P. Eastwick (Deutsch. chem. Ges. Ber. 1876, 203) ließ sich in England ein Hefepulver patentiren, das auf 150 Thle. Aluminiumsulfat 80 Thle. Natriumbicarbonat enthält.



Backofen gerinnt das Eiweiß, schließt die Luft fest ein, so daß diese nicht entweichen, sondern nur die Bläschen erweitern kann und dabei das Gebäck lockert.

Endlich kann auch ein Fettzusatz zum Teige eine Lockerung desselben beim Backen bewirken. Das geschieht bei dem Blätterteig (Butterteig, spanischer Teig). Bei der Herstellung dieses Gebäckes wird das Mehl zunächst mit dem Fett bei gewöhnlicher Temperatur gerieben. Es entstehen so Krümeln, welche aus einem innigen Gemenge von Mehl und Fett bestehen. Diese krümelige Masse wird dann durch Kneten möglichst vereinigt, der Teig wiederholt ausgerollt, wieder zusammengeschlagen, wieder gerollt rc., so daß er schließlich aus sehr zahlreichen einzelnen Lagen besteht, von denen jede wieder aus einer großen Anzahl der plattgedrückten, locker mit einander verbundenen Klümpchen zusammengesetzt ist. Wird der so hergerichtete Teig gebacken, so wirkt der Fettgehalt dem Entweichen der Wasserdämpfe entgegen; die Dämpfe sammeln sich zwischen den einzelnen Teiglamellen, heben diese etwas von einander, so daß der Teig hier gleichzeitig gelockert wird und die eigenthümliche blättrige Structur erhält.

Während fast alle bisher erwähnten Lockerungsmittel, wenn sie chemisch rein und in richtiger Weise angewandt werden, keinen schädlichen Einfluß auf den menschlichen Organismus ausüben können, müssen noch einige Substanzen angeführt werden, welche wenigstens indirect zur Lockerung des Brotes beitragen können, deren Verwendung aber wegen ihrer giftigen Eigenschaften durchaus zu verwerfen ist.

Verdorbenes, durch Pilzvegetationen verändertes Mehl giebt, wie oben erwähnt wurde, keinen zähen Teig; der Grund vom Fließen, „Laufen“, solchen Teiges liegt besonders in der theilweisen Ueberführung des Klebers in löslichen Zustand. Man hat nun beobachtet, daß aus solchem Mehle nach Zusatz von Alaun, Kupfervitriol oder Zinkvitriol ein zäher Teig gebildet werden kann. Dieser giftige Zusatz zum Teige aus schlechtem Mehle scheint im Anfang unseres Jahrhunderts namentlich in Belgien und Nord-Frankreich aufgekommen zu sein [1]) und hat sich trotz der schärfsten Controlen der betreffenden Regierungen bis in die neuere Zeit erhalten; der Zusatz von Alaun zum Mehl soll namentlich in England sehr verbreitet sein. Man verdankt besonders Kuhlmann [2]) eingehende Mittheilungen über diese Fälschung. Alle Bäcker, welche ihm über diesen Gegenstand sprachen, hatten durchaus keine Vorstellung von der giftigen Wirkung dieser Substanzen, sie hatten allein Verbesserung des Brotes, Erleichterung ihrer Arbeit im Auge. Nach Kuhlmann's Versuchen reicht schon ein Zusatz der Lösung von $^1/_{15000}$ bis $^1/_{30000}$ Theil Kupfervitriol zu 1 Thl. Brot aus, um aus schlechtem Mehle gutes Brot bereiten zu können. Die von ihm in käuflichem Brote gefundene Menge Kupfervitriol schwankte zwischen $^1/_{1875}$ und $^1/_{24000}$ vom Brotgewichte. Brot, welches mehr als $^1/_{1800}$ seines Gewichtes an Kupfervitriol enthält, erscheint grün; Teig mit solchem Zusatze des Salzes geht nicht auf, giebt ein dichtes Brot von unangenehmem Geschmack. Alaun wirkt erst in viel größerer Menge dem Mehle zugesetzt. Von ihm muß das Brot $^1/_{176}$ seines Gewichts enthalten, um die günstigste Wirkung dieses Salzes zu zeigen. Zinkvitriol hat eine viel schwächere

[1]) Eulenberg und Vohl, Dingl. pol. Journ. 197, 531. — [2]) Dingl. pol. Journ. 39, 439.

Einwirkung auf das schlechte Mehl, zu seiner Verwendung ist man höchst wahrscheinlich nur durch Verwechselung mit Kupfervitriol gekommen.

Liebig [1]) hat den Grund dieser eigenthümlich verbessernden Wirkung solcher Metallsalze auf schlechtes Mehl klargelegt. Die Eiweißkörper bilden mit Thonerde, Kupferoxyd und anderen Sauerstoffverbindungen von schweren Metallen unlösliche Combinationen. Der durch das Verderben des Mehles löslich gewordene Kleber erhält also durch Zusatz der genannten Metallsalze seine ursprüngliche Unlöslichkeit, sein Wasserbindungsvermögen, seine Zähigkeit wieder. In dieser Weise wirken die Salze wenn ihre Menge nur gering ist. Werden sie aber in größerer Quantität angewendet, so erschweren sie die Gährung, verhindern die Entwickelung der Hefezellen und verschlechtern also das Brot.

Die Anwendung der oben genannten Salze sollte aufs Strengste verboten werden. Kupfer- und Zinkvitriol sind direct giftig. Freilich ist die von ihnen angewandte Menge ungemein klein, so daß erst der längere Genuß von Brot, das $^1/_{20000}$ seines Gewichtes an Kupfervitriol enthält, direct schädliche Wirkung hervorbringen könnte. Aber die Unkenntniß der Bäcker mit den von ihnen benutzten Salzen hat schon dazu geführt, daß Kupfervitriol sogar in fester Form zugesetzt wurde. Kuhlmann erwähnt einen Fall, bei dem ein Kupfervitriolkrystall im Brote gefunden wurde. Alaun, ein Doppelsalz der Sulfate von Aluminium und Kalium, kann nicht gerade giftig genannt werden, aber es ist höchst wahrscheinlich, daß ein länger andauernder Genuß von Brot, das auch nur kleine Mengen von Alaun enthält, mit der Zeit Verdauungsstörungen bewirken kann.

Es ist natürlich von großer Bedeutung, die Fälschung von Mehl oder Brot mit einem dieser Metallsalze leicht erkennen zu können. Glücklicher Weise giebt es sehr einfache Reactionen, die es auch dem im chemischen Arbeiten nicht Geübten leicht möglich machen, die Anwesenheit von den giftigen Substanzen in Mehl oder Brot nachzuweisen. Kupfervitriol giebt mit Ammoniak eine tief blau gefärbte Verbindung, liefert mit Ferrocyankalium eine braunrothe ganz charakteristische Färbung und giebt mit Schwefelammonium schwarzes Schwefelkupfer. Wird also Mehl oder Brot, das auf einen Gehalt an Kupfervitriol zu prüfen ist, mit einer Lösung von Ammoniak, oder Ferrocyankalium, oder Schwefelammonium übergossen, so treten die geschilderten Färbungen auf.

Aber auch in Fällen, in denen die Menge des Kupfervitrioles so gering ist, daß die angeführten Reactionen nicht mehr benutzbar sind, ist es möglich, seine Anwesenheit durch ein Reagens nachzuweisen, das auch die kleinste Qantität von Alaun im Mehl oder Brote erkennen läßt. Dieses wichtige Reagens besteht einfach in einem wässerigen Auszuge von Campecheholz (Blauholz). 10 g Campecheholzspäne, die von jedem Droguisten zu kaufen sind, werden mit etwa 100 cbcm destillirtem Wasser übergossen, dieses Wasser aber sofort wieder entfernt, es dient nur zum Abspülen des Staubes. Sodann gießt man 1 Liter destillirtes Wasser auf die Späne, läßt unter öfterem Umschütteln das Gemenge nahezu eine Stunde stehen und gießt dann die etwa wie Bier gefärbte Lösung durch ein Filter ab. Die klare Lösung muß gut verschlossen aufbewahrt werden. Werden nun etwa

[1]) Ann. Chem. Pharm. 91, 246.



2 Eßlöffel voll Mehl mit dem gleichen Volum dieser Flüssigkeit zu einem dünnen Brei angerührt und dieser sodann mit dem fünffachen Volum des Campecheholzauszuges gemischt, so bleibt, wenn das Mehl rein war, die Flüssigkeit gelbroth gefärbt und das sich am Boden des Gefäßes ablagernde Mehl nimmt höchstens eine schwach graue Farbe an. War das Mehl aber mit Kupfervitriol oder Alaun versetzt, so erscheint die Flüssigkeit farblos oder grünlich, während sich das Mehl in graublauer Schicht ablagert. Wurde ein solches mit Alaun oder Kupfervitriol versetztes Mehl zu Brot verbacken, so läßt sich die Anwesenheit dieser Substanzen in der Weise noch im Brote nachweisen, daß man einige Schnitten des Brotes mit der obigen Campecheholzflüssigkeit benetzt, auf einem weißen Teller ausbreitet, und einige Zeit am Tageslichte liegen läßt. Nach einer halben Stunde etwa erscheint, wenn Alaun oder Kupfervitriol zugegen ist, die Brotkrume gefärbt und die Färbung nimmt allmälig noch an Intensität zu. Alaunhaltiges Brot wird purpurviolett, kupferhaltiges blaugrün bis dunkelblau, reines Brot dagegen wird kaum bemerkbar gelblich gefärbt. Diese Farbenerscheinungen beruhen darauf, daß die oben erwähnten Verbindungen des Klebers mit Thonerde oder Kupferoxyd sehr begierig organische Farbstoffe aufnehmen unter Bildung von charakteristisch gefärbten Massen. Der im Campecheholz enthaltene Farbstoff, das Hämatoxylin, bringt also die geschilderten Erscheinungen hervor.

Die Benutzung dieser Metallsalze ist um so mehr zu verwerfen und zu bestrafen, als es einfache, ganz unschädliche Mittel giebt, die dasselbe Ziel erreichen lassen.

Liebig macht in seiner oben erwähnten Abhandlung darauf aufmerksam, daß der Zusatz einer kleinen Menge von Kalkwasser ebenso verbessernd auf den Teig von schlechtem Mehle wirke. Man muß bedenken, daß der Kleber in dem verdorbenen Mehle seine Zähigkeit, seine Unlöslichkeit in Wasser verloren hat durch die Wirkung von entstehenden Säuren. Durch Kalkwasser werden diese Säuren neutralisirt und dadurch der Grund für die schlechte Beschaffenheit des Klebers beseitigt. Wenn man auf 100 Thle. Mehl 26 bis 27 Thle. kalt gesättigtes Kalkwasser benutzt und dieses Gemisch mit Hefe oder Sauerteig und dem zur Teigbildung nöthigen Wasserquantum versetzt, so erhält man aus dem Teige ein gesundes, säurefreies, elastisches, kleinblasiges Brot von vortrefflichem Geschmack. Bei dem angegebenen kleinen Zusatze von Kalkwasser werden nur die störenden Säuren neutralisirt, die Entwickelung der Kohlensäure bleibt unbeeinflußt.

Aus schlechtem Mehle, z. B. dem aus ausgewachsenem Getreide, das bei gewöhnlicher Behandlung ein breitgeflossenes, dichtes, dunkelgefärbtes Brot liefert, kann man auch dadurch ein gutes Brot erzielen, daß man dem Teig eine etwas größere Menge von Salz zusetzt. Wie oben angegeben ist der Kleber unlöslich in Salzlösungen, also schon durch Zusatz von Kochsalz kann man die Löslichkeit des Klebers in Wasser beseitigen, dem Kleber des verdorbenen Mehles seine Zähigkeit wieder ertheilen. Man benutzt hier die häufig unbequeme Beobachtung, daß Eierspeisen beim Erwärmen sehr leicht gerinnen, wenn sie mit Kochsalz versetzt werden. Nach J. Lehmann soll dieser Zweck erreicht werden bei Zusatz von 2 Thln. Kochsalz zu 100 Thln. Mehl aus ausgewachsenem Getreide. Namentlich günstig zeigte sich dieser Zusatz bei Roggenmehl.

Außer dem Mehle, außer den Lockerungsmitteln ist das **Wasser** noch als Hauptbestandtheil des Brotteiges zu erwähnen. Nur wenige Worte mögen auch über dieses Rohmaterial für die Brotbereitung gesagt werden. Das in den Teig gebrachte Wasser muß frei von allen riechenden und schmeckenden Substanzen sein, organische Körper, namentlich in Zersetzung begriffene, darf es nicht enthalten. Eine ziemlich bedeutende Härte des Wassers ist hier nicht schädlich, besonders wenn dieselbe vorherrschend durch Calciumcarbonat oder Gyps bedingt ist. Solches Wasser wirkt, wie wiederholt angegeben, günstig auf den Kleber ein, wirkt einer Veränderung desselben durch bei der Gährung entstehende Säuren entgegen, erhält ihn in Wasser unlöslich und elastisch. Gutes, reines, klares Brunnenwasser ist danach für die Bäckerei wohl als das geeignetste zu bezeichnen. Am zweckmäßigsten wird dasselbe in ungekochtem Zustande angewandt, weil beim Kochen ein großer Theil der oben erwähnten günstig wirkenden Salze aus dem Wasser niedergeschlagen wird.

Die Brotbereitung.

Die Herstellung von Brot aus den im Vorhergehenden besprochenen Rohmaterialien umfaßt eine Reihe von scheinbar einfachen Operationen. Kaum aber ist es möglich, eine allgemeine Beschreibung der Brotbereitung zu liefern. Je nach dem Rohmaterial, welches auf Brot verarbeitet werden soll, je nach der Qualität des zu erzielenden Brotes, je nach dem Geschmack der Consumenten u. s. w. sind die vorzunehmenden Operationen in ganz verschiedener Weise durchzuführen. Es soll im Folgenden versucht werden, die für alle Brotbereitungsmethoden festzuhaltenden Gesichtspunkte klarzulegen, und soll sodann später geschildert werden, wie bei der Herstellung verschiedener Brotsorten diesen allgemeinen Anforderungen genügt wird. Für die Beschreibung der in der Bäckerei benutzten Apparate, Maschinen und Oefen sind besondere Abschnitte bestimmt.

Die Ueberführung von Mehl in Brot erfolgt wesentlich in zwei Phasen. Zuerst wird das Mehl zu Teig angemacht, nachher wird der Teig gebacken.

Bei der Teigbildung strebt man zwei Ziele an, man will das Mehl von Wasser vollständig durchdringen lassen und will dieses Gemisch in lockerer Form gewinnen. Wollte man das Mehl mit der erforderlichen Menge Wasser ankneten, dem Teig die nöthigen Lockerungsmittel zusetzen und ihn, nachdem er aufgegangen ist, backen, so würde man kein gutes Brot erhalten. Die gewöhnlich zur Lockerung benutzte Gährung würde nicht in allen Theilen des Teiges gleichmäßig stattfinden, es würde Brot resultiren, welches in einer dichten Masse große Höhlungen enthielte und das Brot würde noch nach Mehl schmecken, weil wegen der Kürze der Zeit von der Bildung des Teiges bis zum Ausbacken eine vollständige Erweichung der Mehltheilchen nicht wohl stattfinden könnte. Es muß bei der Darstellung des Brotteiges, um aus demselben ein gutes Brot zu erhalten, das Mehl dem in Wasser vertheilten Gährungsmittel nach und nach, erst in kleineren, nachher in größeren Portionen, beigeknetet werden, und nach jedem Einkneten einer neuen Menge Mehl muß einige Zeit verstreichen, damit das Wasser das Mehl gehörig durchdringen und das Gährungsmittel in dem gebildeten Teige seine Wirkung ausüben kann. Wie schon oben erwähnt muß der Sauerteig, damit die

Säurebildung in ihm nicht zu rasch vorschreitet, von Zeit zu Zeit angefrischt, mit neuen Mengen von Mehl und Wasser vermischt werden. Man erkennt also, daß die Teigbildung aufgefaßt werden kann als fortgesetztes Aufrischen des Sauerteiges mit immer größeren Mengen von Mehl. Je öfter man kleine Portionen des Mehles nach und nach einknetet, je sorgfältiger man das Durchkneten vornimmt, je gleichmäßiger man dadurch das Wasser und das in voller Thätigkeit begriffene Gährungsmittel durch die ganze Teigmasse verbreitet, um so mehr können beide auf alle Theile des Teiges gleichzeitig ihre Wirkung äußern, um so mehr wird das Mehl von dem Wasser durchdrungen, aufgeweicht, um so lockerer wird der Teig, um so besser das Brot werden.

Bei Verwendung von Sauerteig verfährt man daher zweckmäßig so, daß man den Sauerteig zunächst in Wasser fein vertheilt, alle Klumpen sorgfältig zerdrückt. In diesen dünnen Brei trägt man einen Theil des Mehles ein und knetet den dünnen Teig gehörig durch. Ist dieser erste Teig (Vorteig) nach einiger Zeit in Gährung gerathen, so wird er wieder in Wasser vertheilt, eine neue Menge von Mehl zugesetzt, und in dieser Weise fährt man fort, bis in drei bis vier Portionen alles Mehl und Wasser verarbeitet ist. Während der Gährungsperioden dieser Arbeit bedeckt man den Teig sorgfältig, um eine Abkühlung durch die Luft zu verhindern.

Will man Hefe benutzen, dann begnügt man sich in der Regel damit, das Mehl in zwei oder höchstens drei Portionen zuzusetzen. Auch hier wird die Hefe zuerst in Wasser verrührt, eine kleine Menge von Mehl eingeknetet und erst wenn dieser Vorteig in lebhafter Gährung begriffen ist, so wird gewöhnlich in zwei ziemlich gleichen Portionen Wasser und Mehl mit demselben durch Kneten vermischt. Die Hefe wirkt rascher, energischer als der Sauerteig, bei ihrer Anwendung theilt sich die Gährung schneller dem ganzen Teig mit. Auch ist die käufliche Hefe meistens nicht frei von Organismen, welche Säure im Teige entstehen lassen, man wirkt der Bildung solcher Säuren durch möglichst kurze Berührung des Mehles mit der Hefe entgegen.

Die Menge des zu benutzenden Wassers hängt zum großen Theil ab von der Natur des Mehles. Weizenmehl mit einem zähen, wasserbindenden Kleber verträgt eine größere Menge von Wasser, aus ihm kann man einen dünneren Teig anmachen, als aus dem kleberarmen Roggenmehl. Mehl aus frisch geerntetem Getreide verlangt weniger Wasser als Mehl aus längere Zeit gelagertem Korn.

Will man den Teig mit Salz versetzen, so wird dieses in der Regel erst beim letzten Kneten zugesetzt. Man löst dasselbe zweckmäßig in dem zuletzt zu benutzenden Wasser auf und knetet diese Lösung in den Teig ein. Wenn man das Salz von vornherein in den Teig bringt, so stört dasselbe sehr leicht die Gährung. Das Salz in fester Form in den Teig einzukneten kann auch nicht empfohlen werden, da es unter diesen Verhältnissen schwer ist, dasselbe gleichmäßig durch den Teig zu vertheilen.

Die Darstellung des Brotteiges muß in einem warmen Locale („der Backstube“) vorgenommen werden. Bei zu niederer Temperatur durchdringt das Wasser das Mehl zu schwer, bei niederer Temperatur verläuft auch die Gährung zu langsam. Man läßt das Mehl zweckmäßig vor dem Einteigen die Temperatur

des Backlocales annehmen, das Wasser verwendet man mehr oder weniger lauwarm, je nach der Temperatur des Mehles.

Ist die Gährung in allen Theilen des Teiges gehörig vorgeschritten, bildet das Gemenge von Mehl, Lockerungsmittel und Wasser eine zähe, elastische, von zahlreichen Löchern durchsetzte Masse, so werden aus dem Teig die Brote geformt. Dazu wird er in Portionen von bestimmtem Gewichte zertheilt, die durch Rollen auf mit Mehl bestreuten Flächen geformt werden, der Teig wird „ausgewirkt", „zugerichtet". Nachher läßt man die Brote noch einige Zeit liegen, damit die Gährung weiter vorschreitet und den Teig in dem geformten Brote noch lockert. Der Teig muß nach dem Auswirken „gehen" oder „aufgehen". In der kalten Jahreszeit muß man die Brote länger als im Sommer aufgehen lassen, kleine Brote brauchen, weil bei ihnen die durch die Luft gekühlte Oberfläche größer ist, längere Zeit als große. Läßt man die Gährung im Teig zu lange wirken, so kann die Gasentwickelung so bedeutend werden, daß die Brote Risse bekommen, die Gase bahnen sich einen Ausweg, der Teig aber fällt dann zusammen. Sobald daher die Brote durch die Gährung genügend in ihrem Volum vergrößert sind, unterbricht oder verringert man wenigstens die Wirkung der Hefezellen, und dazu hat man ein sehr einfaches Mittel in der Abkühlung. Die im warmen Backraum ausgewirkten und gehörig aufgegangenen Teigklumpen bringt man daher in kältere Räume, häufig stellt man sie in die kühle Nachtluft im Freien.

So sind die Brote zum Backen vorbereitet. Sie bestehen jetzt aus einer feuchten, schwammigen Masse von elastischem, mit Stärkekörnchen gemengtem Kleber, deren Höhlungen von Kohlensäure angefüllt sind und welche kleine Mengen von Alkohol, Zucker, Gummi, Hefe, in der Regel auch von Essigsäure und Milchsäure enthält. Dieser an sich als Nahrungsmittel noch nicht verwendbare, sehr schnell der Säuerung und Fäulniß anheimfallende Teig wird durch das Backen zu gesundem, wohlschmeckendem, nicht leicht sich veränderndem Brot.

Das Backen besteht in einem Erhitzen des Teiges in einem Ofen mit flacher Sohle und gewölbter Decke. Der Ofen ist schon geheizt, ehe der Teig in ihn eingeführt, „eingeschoßen", wird. Die richtige Temperatur im Ofen zu erzielen ist eine Hauptkunst der Bäcker. Die Ofenwände sollen auf etwa 300° C. erhitzt sein. Jetzt hat man vielfach Pyrometer zur Erkennung der richtigen Heizung des Ofens, geübte Bäcker erkennen aber auch den richtigen Wärmegrad durch Hineinhalten der Hand in die Ofenmündung, andere prüfen die Erhitzung, indem sie Mehl auf den vorderen Theil der Ofensohle streuen oder ein Stück Papier darauf legen. Solche Substanzen müssen sich im Ofen rasch bräunen, dürfen aber nicht zu schwarzer Kohle werden. Die größeren Brote verlangen eine längere Backzeit als die kleineren, bei den ersteren durchdringt die höhere Temperatur die Masse langsamer. Daher schiebt man die größeren Brote zuerst ein, die kleineren später. Die Temperatur im Ofen ist übrigens, namentlich bei den alten, mit Holz von innen zu feuernden Constructionen, nicht überall gleich hoch. Die an die heißeren Stellen gesetzten Brote werden früher fertig, als die an kühleren Plätzen befindlichen. Sobald man die Brote von den heißen Stellen entfernt, aus dem Ofen hervorgeholt hat, setzt man die Brote von den kälteren Theilen des Ofens an die heißeren, das Brot wird im Ofen „umgesetzt". Ist der Ofen

gefüllt, so wird er dicht geschlossen, nur von Zeit zu Zeit wird die Thür geöffnet, um das Fortschreiten des Backens zu beobachten. Man muß den Ofen möglichst geschlossen halten, damit die Wasserdämpfe, welche beim Erhitzen des Teiges auftreten (der Brüden, Brodem, Schwaden, Qualm) nicht zu schnell entweichen; durch die feuchte Atmosphäre wird die Wärme schneller von der Ofenwand der Oberfläche der Brote zugeführt, diese färbt sich schöner, schneller und gleichmäßiger als bei Mangel an Wasserdämpfen. Es sind am Ofen Züge angebracht, durch die man, wenn nöthig, die Wasserdämpfe entfernen kann. Läßt man dieselben aber zu früh austreten, so werden die Brote rauh, unschön grau gefärbt, es tritt dann offenbar das Wasser zu schnell aus der Teigoberfläche aus. Um das sicher zu vermeiden, netzt man die Teigstücke in der Regel an, ehe sie in den Backofen kommen, man bestreicht sie mit Wasser oder auch wohl mit dünnem Stärkekleister oder Mehlbrei. Durch diese Vorsicht schützt man die äußerste Schicht des Brotes während des Backens vor zu raschem Austrocknen, man hält sie elastisch, man verhindert ein Zerreißen der Oberfläche durch die aus dem Innern des Brotes entweichenden Gase und Dämpfe.

Wenigstens die zuerst in den Ofen kommenden Brote müssen so angefeuchtet werden. Haben diese dann eine feuchte Atmosphäre in dem geschlossenen Ofen hervorgebracht, so reichen die vorhandenen Wasserdämpfe für die später eingeschossenen Teigmassen auch ohne besondere Benetzung der letzteren aus.

Im Innern der Brote, wo das Wasser durch die bald erstarrende, die Wärme schlecht leitende äußere Schicht am Verdampfen verhindert wird, kann die Temperatur kaum über 100° C., d. h. über den Siedepunkt des Wassers sich steigern; die Oberfläche der Brote aber wird stärker erhitzt, nach verschiedenen Beobachtungen liegt die Temperatur hier zwischen 180° und 210° C. (Schinz nimmt 225° bis 275° C. an). Die natürliche Folge von dieser verschiedenen Erhitzung ist es, daß sich die verschiedenen Schichten des Teiges beim Backen verschieden verändern.

Die erste Wirkung der Wärme im Backofen ist die, daß durch dieselbe die Gase, welche der Teig enthält (Luft und Kohlensäure), ausgedehnt werden, daß der Alkohol in Dampfzustand übergeführt wird. Der zähe Teig setzt dem Entweichen dieser Gase und Dämpfe Widerstand entgegen, er wird durch dieselben aufgebläht. Die Gährung wird im Backofen bald unterbrochen, bei der Siedetemperatur des Wassers werden die Hefenzellen getödtet. Die vom Wasser durchtränkten Stärkekörner werden verkleistert, sie quellen auf, binden das Wasser chemisch und mechanisch; ähnlich verändert sich der Kleber, er verliert seine Dehnbarkeit, seine plastischen Eigenschaften. Durch diese Vorgänge verwandelt sich der Teig im Innern des Brotes in die nicht mehr feucht erscheinende elastische Krume. In ihr sind die Gasblasen von Substanzen umhüllt, die nicht mehr die breiige Consistenz des Teiges haben, die nicht mehr beim ruhigen Liegen unter Entweichung der die Blasen ausfüllenden Gase zu einer compacten dichten Masse zusammensinken. Der Kleister, und der in feine Fasern zertheilte Kleber sind durchscheinend, beim Backen verliert daher der Teig seine durch die Stärkekörnchen bedingte Undurchsichtigkeit; die Krume des guten Brotes besteht aus einer von zahllosen kleinen Bläschen durchsetzten transparenten Masse.

Die Oberfläche des Brotes aber wird stärker erhitzt, aus ihr wird das Wasser

in stärkerem Grade ausgetrieben, als aus der Krume, und die dadurch getrocknete Teigmasse unterliegt einem Röstprocesse. Die dabei zuerst gebildete lösliche Stärke, so wie das Dextrin und die caramelartigen schwach bitterlichen Röstproducte [1]) lösen sich theilweise in der Feuchtigkeit des Teiges, zerfließen in der feuchten Atmosphäre des Backofens und hinterbleiben beim Austrocknen dieser Lösung in Form einer glänzenden, gelb bis braun gefärbten Schicht, welche als Rinde die Krume rings umgiebt und von der Luft abschließt. Der angenehme Geruch und Geschmack des frischen Brotes ist besonders durch diese Röstproducte bedingt. Um die Oberfläche recht glänzend und glatt zu erhalten, überfährt man wohl das halbfertige Brot nochmals mit Wasser, schiebt es dann wieder in den Ofen und backt fertig. Auch sofort nach dem Austragen der Brote aus dem Ofen überstreicht man dieselben hier und da mit einem nassen Pinsel.

Diese Processe verlangen verschieden lange Zeit je nach der Größe der Brote. Brote von 4 Kg brauchen etwa 60 bis 80 Minuten, Brote von 3 Kg 1 Stunde, von 1,5 Kg 50 bis 60 Minuten, kleineres Gebäck verhältnißmäßig kürzere Zeit.

Die Kunst des Bäckers ist es, den Backproceß so zu leiten, daß die Krustenbildung nicht zu früh, aber auch nicht zu spät eintritt. Entsteht die Kruste sofort beim Einschieben des Teiges in den Ofen, ist der Ofen zu heiß, so wird sie von den nachher beim Erhitzen der Teigmasse aus deren Innerm entweichenden Gasen und Dämpfen zuerst so gehoben, daß sie sich von der Krume trennt, schließlich zersprengt, das Brot wird unganz, die Rinde unschön. Dieser Störung wirkt man wohl entgegen durch öfteres Durchstechen der Teigoberfläche vor deren Einführung in den Ofen. Erfolgt die Bildung der Rinde zu langsam, so verdunstet zu viel Wasser, es entweicht zu viel Gas aus dem Innern der Brote, das Brot fällt leicht zusammen, wird dicht und das Gewicht vom Brote wird dadurch wesentlich verringert. In der Anwendung der richtigen Menge Wasser beim Anmachen des Teiges, in der richtigen Leitung der Gährung sind schon wesentliche Bedingungen für die Erzielung eines guten Brotes gegeben, von größtem Einfluß ist aber, wie eben gesagt, auch die richtige Behandlung des guten Teiges im Backofen.

Wenn das Brot aus dem Ofen kommt, ist namentlich die Krume noch sehr weich. Würde man jetzt die Brote auf einander schichten, so könnten die unteren durch das Gewicht der oberen zusammengedrückt werden. Meistens breitet man daher die Brote gleich nach dem Backen neben einander in einfacher Schicht aus oder ordnet sie in eine Reihe senkrecht auf der Seite stehend in passenden Gestellen an. Es ist übrigens zu bedenken, daß bei dieser Behandlung das Brot an die dasselbe rings umgebende Luft viel Wasser abgiebt, man rechnet, daß ein Brot von 1,5 Kg Gewicht noch 20 g Wasser in dieser Weise verliert. Darauf muß man bei dem Backen Rücksicht nehmen, man darf das Wasser im Ofen nicht zu sehr austreiben, da das Brot gleich nach dem Austragen aus dem Ofen „nachbackt“. Hat man scharf ausgebacken, so daß man den eben angedeuteten Verlust

---

[1]) Reichenbach nimmt an, daß die Rinde aus einer bestimmten Substanz bestehe, die er „Assamar“ [von assare (backen) und amarus (bitter)] nennt. Genauer studirt ist der Körper nicht, seine Existenz ist überhaupt fraglich.



des Brotes an Gewicht verhindern will, dann legt man die Brote, die bei dieser Behandlung im Ofen ziemlich hart geworden sind, in mehreren Reihen auf einander, bedeckt die Haufen auch wohl mit einem feuchten Tuche, sorgt also dafür, daß die Abkühlung in feuchter Atmosphäre verläuft.

Nachdem im Vorstehenden die Bereitung des Brotes im Allgemeinen besprochen worden, sollen nun Angaben folgen, welche sich auf die Herstellung besonderer Arten von Brot beziehen.

1. Brot vom ganzen Korn.

a. Ungesäuertes Brot.

Die älteste, heute noch in uncultivirten Ländern übliche Methode der Brotbereitung ist die, daß man Getreide einfach zerkleinert, daß man dieses Schrot mit Wasser zu einem Teige anmacht und diesen bei mäßiger Erhitzung austrocknet, schwach backt. Schon oben wurde darauf hingewiesen, daß ein nicht gelockertes Gebäck, welches durch einfaches Austrocknen eines Gemenges von Mehl und Wasser erzeugt sei, nicht eigentlich als Brot im gewöhnlichen Sinne bezeichnet werden könnte. Es erscheint aber doch nothwendig, mit wenigen Worten diesen Gegenstand zu berühren, weil in neuerer Zeit ein derartiges Fabrikat unter dem Namen „Grahambrot" viel von sich reden macht.

Bei der gewöhnlichen Brotbereitung wird Mehl angewendet, welches durch Beuteln von der Kleie getrennt ist; es ist nicht zu leugnen, daß dadurch ein großer Theil der Nährsubstanzen, namentlich stickstoffhaltige Körper und Nährsalze, für den menschlichen Genuß verloren wird. Es lag daher nahe, Methoden der Bäckerei zu suchen, bei denen das ganze Getreidekorn verarbeitet wird, bei denen die gesammte Nährkraft des Getreides erhalten bleibt und bei denen aus derselben Gewichtsmenge Getreide eine größere Brotmenge erzielt wird, als gewöhnlich. Ein Gemenge von Schrot und Wasser kann nie so dicht sein, als ein Gemisch von Mehl und Wasser, die Hülsenstückchen wirken entschieden lockernd auf den Teig. Man hat diese Lockerung schon für genügend gehalten und ist daher zu dem ältesten Verfahren der Brotbereitung wieder zurückgekehrt. Man hat sich aber nicht nur bemüht, den Verlust an Mehlsubstanz durch die Gährung zu vermeiden, sondern hat auch die Lockerung des Brotes durch Chemikalien für überflüssig gehalten. Namentlich ein amerikanischer Arzt, Sylvester Graham, ist für ein solches Backsystem vor etwa 40 Jahren eingetreten und seinen Vorschriften folgen heute besonders die Vegetarianer. Für diese nur von Pflanzenkost sich nährenden Menschen ist es allerdings von Wichtigkeit, die Nährsubstanzen des Getreides möglichst auszunutzen. Ob dies aber bei dem Genuß von Grahambrot in dem Maße der Fall ist, wie manche Vegetarianer behaupten, das erscheint zweifelhaft. Wie schon erwähnt wird in einem besonderen Capitel von dem Werthe der verschiedenen Brotsorten als Nahrungsmittel die Rede sein, es mag hier genügen darauf hinzuweisen, daß in jenem Abschnitte des vorliegenden Werkes auch die

Frage behandelt werden soll, ob wirklich, wie Liebig es zuerst aussprach, die Abscheidung der Kleie beim Vermahlen des Getreides als Luxus zu betrachten sei.

Graham verwendet geschrotenen Weizen (besonders kleberhaltigen Hartweizen) oder ein Gemisch von Roggen- oder Maisschrot mit Weizenschrot. Das Getreide wird zunächst von Staub u. s. w. durch Waschen gereinigt, dann wird es fein geschroten. Man soll auch durch Mengung von 1 Thl. Kleie mit 5 bis 8 Thln. Weizenmehl ein brauchbares Rohmaterial erhalten. Das Schrot wird bald nach seiner Bereitung mit lauwarmem Wasser zu einem steifen Teige sorgfältig verknetet, dieser in Stücke getheilt, welche etwa 1 Pfund Brot liefern, und, nachdem diese 3 bis 4 Stunden ruhig gelegen haben, gebacken. Man durchsticht zweckmäßig die äußere Schicht der geformten Teigklumpen vor dem Einschießen in den Ofen, damit sich die Kruste nicht von der Krume loslöst. 1 bis $1^1/_2$ Stunden sind zum Backen erforderlich.

Das in dieser Weise hergestellte Brot ist auf dem Bruche von gelblich grauer Farbe und besitzt einen nicht unangenehmen süßlichen Geschmack. Es erscheint dicht, aber doch nicht frei von Poren. Der Wasserdampf, der im Innern des Brotes beim Backen entwickelt wird, hat in dem kleberreichen Teige einigen Widerstand gefunden und hat daher in geringem Grade lockernd gewirkt. Auch tritt bei dem drei- bis vierstündigen Liegen des ausgewirkten Teiges jedenfalls eine, wenn auch nur geringe Gährung ein, durch die auch eine schwache Lockerung hervorgebracht wird. Immerhin wird vorgeschrieben, daß man beim Genuß dieses Brotes dasselbe sorgfältig zerkauen soll. Der Reiz, den dabei die Kleientheilchen auf die Speicheldrüsen, nachher auf die Drüsen im Verdauungsorganismus ausüben, soll wesentlich die Verarbeitung des Brotes im menschlichen Körper befördern. Allerdings wird auch angegeben, daß der Reiz dieser Kleientheilchen auf die Schleimhäute des Darmcanals deutlich in der erleichterten Ausscheidung der Excremente sich zu erkennen gebe. Gerade dieser Punkt ist, wie mir scheint, nicht gehörig berücksichtigt, es liegt hier der Gedanke nahe, daß das Grahambrot eben wegen dieses Reizes so schnell durch den Organismus geht, daß es nicht gehörig verarbeitet werden kann. Gerade in dieser Richtung haben die weiter unten erwähnten Versuche von Bischof und G. Meyer Licht verbreitet.

Aehnlichkeit mit diesem Grahambrot hat Liebig's Kleien- oder Schrotbrot. Zu diesem ebenfalls nicht durch Gährung, sondern auf chemischem Wege durch Salzsäure und Natriumbicarbonat gelockerten Brote wird ein Mehl benutzt, das durch einen Mahlproceß aus dem Getreide bereitet wird, bei dem nur die wirklich holzigen äußeren Hüllen der Körner beseitigt werden. Das Mehl wird aus 2 Thln. Roggen und 1 Thl. Weizen bereitet. Nach dem ersten Vermahlen wird das Mehl abgesiebt, der zurückbleibende Gries und die Kleie werden wieder zwischen die Steine gebracht und nahezu bis zur Feinheit des Mehles vermahlen. Nur 5 bis 6 Proc. des Kornes werden an Kleie abgesondert. Wenn man das Getreide durch Schälmaschinen reinigt, braucht gar keine Kleie beseitigt zu werden. Das ganze Mahlgut wird gemischt und als Schwarzmehl in der Weise verarbeitet, die vom Bäcker Massa nach Liebig's Mittheilung als zweckmäßig erkannt und welche schon oben (Seite 104) hinlänglich besprochen worden. Ergänzend mag hier nur noch darauf aufmerksam gemacht werden, daß große Vorsicht nöthig ist

beim Kneten des Teiges und beim Backen des Brotes, um einerseits nicht zu viel von der Kohlensäure zu verlieren, andererseits dieselbe zu richtiger Lockerung des Brotes zu verwenden. Man formt die Laibe ohne viel zu kneten, stößt mit einer dicken Nadel viele Löcher in das Brot und schießt sie dann in den Ofen ein. Wenn man versäumt, die Oberfläche der Brote mit diesen Löchern zu versehen, so sammelt sich die entweichende Kohlensäure unter der Rinde des Brotes an und hebt dieselbe in der ganzen Länge des Brotes ab. Die Temperatur des Ofens muß durch Versuche richtig festgestellt werden; ist sie zu hoch, so reißen die Laibe leicht und bekommen Kröpfe.

b. Gesäuertes Brot.

In großen Mengen wird aus dem Mehl vom ganzen Korn Brot erzeugt, das in gewöhnlicher Weise durch Gährung gelockert ist. Einige solche Brotsorten, deren Genuß meistens auf bestimmte Gegenden beschränkt ist, mögen hier Erwähnung finden.

Zu dieser Classe von Brotarten gehört das schwedische Knäckebröd [1]. Zur Bereitung des gewöhnlichen Knäckebröds werden 15 bis 20 l Wasser auf eine Temperatur von 40° C. erwärmt und dann mit 50 Kg ungesiebten Roggenmehls, etwa 3 dl Salz, 1 l frischer Hefe und ein wenig Kümmel nach Geschmack zu Teig mit den Händen angeknetet und gut durchgearbeitet. Der Teig wird in eine Masse gesammelt, mit Mehl überstreut, dann mit einem leinenen Tuche, sowie mit wollenen Decken zugedeckt und so 2 bis 3 Stunden in einem warmen Zimmer stehen gelassen. Beginnt die Gährung, hebt sich der Teig, so wird er unter Zusatz von etwas Mehl nochmals durchgeknetet und dann wie vorher bedeckt sich selbst überlassen. Nach gehöriger Gährung wird der Teig auf dem Backtisch, der mit Mehl überstreut ist, mit Hülfe von Teigwalzen und Formeisen oder wohl auch nur mit den Händen in flache runde Kuchen verwandelt von 30 bis 35 cm Durchmesser und wenigen Millimetern Dicke, welche in ihrer Mitte eine etwa 5 cm weite Oeffnung besitzen. Diese Kuchen werden mit passenden Gabeln gepickt und dann auf geeigneten Gestellen nochmals der Gährung überlassen. Während dieser Operationen wird der Ofen mit Holz gefeuert. Ist er warm genug geworden, so werden die Kohlen ausgezogen, der Herd sorgfältig abgefegt und dann die Kuchen eingeschossen. Nach dem Backen werden die Kuchen, welche ohne glänzende Oberfläche sind und welche so stark erhitzt wurden, daß sie durch die ganze Masse trocken und hellgelbbraun erscheinen, von anhängendem Mehle durch Abfegen mit Federwischen gereinigt, auf Stöcke aufgereiht, die durch die Oeffnung in die Mitte geschoben werden und auf diesen unter der Decke eines warmen Zimmers aufgehängt. Nach einiger Zeit sind sie dann vollkommen trocken und hart. In diesem Zustande werden sie in hölzernen gut verschlossenen Kästen jahrelang auf-

[1]) Die hier folgende Beschreibung verdanke ich durch freundliche Vermittelung des Herrn E. Meisinger, Chemiker der „vieille montagne" in Åmmeberg in Schweden, dem Herrn O. J. Stenborg in Åstersund.



bewahrt. Solches Knäckebröd ist in seiner Erscheinung den Mazzen der Israeliten sehr ähnlich, nur erkennt man natürlich leicht, daß bei seiner Bereitung einfach geschrotener Roggen verwendet wurde.

Beiläufig mag hier erwähnt werden, daß man zu feinem Knäckebröd gesiebtes Roggenmehl oder auch ein Gemisch von diesem und Weizenmehl verwendet. Hier wird dann auch das Wasser theilweise durch Milch ersetzt und dem Teige zugleich etwas Butter eingeknetet.

In Lappland ist es sehr gewöhnlich, daß die Finnen gemahlene Tannenrinde oder fein zertheiltes Stroh sowie die Wurzeln von **Nymphaea alba** und **Nuphar luteum** zu ihrem Brote mischen, wenn das Getreide schlecht gerathen ist. Die Lappen essen gar kein Brot, sie nähren sich vorzugsweise von Rennthierfleisch und Fischen. In neuerer Zeit haben sie auch angefangen aus Moosflechten, namentlich aus **Bryopogon jubatus, Usnea plicata, Usn. barbata** und **Cetraria Islandica** ein brotartiges Nahrungsmittel zu bereiten. Herr Stenborg schreibt: „Brot aus **Usnea** und **Bryopogon** und ein wenig Roggenmehl habe ich selbst gegessen, es ist gar nicht so schlecht, wie man sich vorstellen könnte. Das Brot aus Rinde und Stroh aber ist schrecklich."

Auf der Grenze zwischen gesäuertem und nicht gesäuertem Brote steht der sogenannte „Pumpernickel", der in manchen Gegenden des norddeutschen Flachlandes das am meisten genossene Brot bildet. Auch dieses Gebäck wird aus dem Schrot vom ganzen Korn gewonnen. Häufig überläßt man den Teig von Schrot und Wasser der freiwilligen Gährung, sehr oft aber wird auch Sauerteig zur Beschleunigung der Lockerung angewendet. G. Meyer [1]) giebt folgende Vorschrift für die Gewinnung eines pumpernickelartigen Schwarzbrotes. Ein Scheffel Roggen oldenburgisches Maß (etwa 18 Kg) wird gemahlen, die Kleie nicht abgebeutelt. Die Hälfte dieses Mehles wird in einem Backtroge mit so viel kochendem Wasser zusammengebracht, daß es mit demselben durchgeknetet werden kann. Ist das geschehen, so wird es in einer Ecke des Troges in einen Haufen zusammengeballt, mit einer dicken Decke zur Verhinderung der Abkühlung zugedeckt und an einem mäßig warmen Orte bis zum anderen Morgen sich selbst überlassen. Dann wird es mit der noch übrigen Hälfte des Mehles, einem etwa handgroßen Stücke Sauerteig und der nöthigen Menge Wasser stark durchgeknetet. Der steife Teig wird in Laibe von etwa 30 cm Breite, 25 cm Dicke und 75 cm Länge geformt, und diese auf Brettern in den vorher geheizten Ofen geschoben bis zur Bildung einer Rinde. Dann werden sie wieder herausgenommen, an ihrer Oberfläche mit Wasser gewaschen und darauf wieder in den Ofen gebracht, dessen Thür nunmehr mit Lehm dicht verschmiert wird. Nach vier Stunden ist das Brot fertig gebacken. Dasselbe ist dunkelbraun, fast schwarz, dicht und schwer.

Ein pumpernickelartiges Schwarzbrot aus ganzem Korn wird auch in größeren Quantitäten in der Brotfabrik des Krupp'schen Gußstahlwerkes hergestellt. Es mag hier die Beschreibung des Verfahrens folgen, welche Herr Ingenieur Uhlenhaut sen. in Essen für die sechste Auflage von Otto's landwirthschaftlichen Gewerben lieferte. Wenn auch heute die Apparate, welche bei der

---

[1]) Zeitschrift für Biologie 1871, S. 23.

Bereitung dieses Schwarzbrotes benutzt werden, den Anforderungen der Neuzeit entsprechend verändert, verbessert sind, so ist die Art des Gebäckes doch wesentlich dieselbe geblieben.

Reiner Roggen wird dort ohne Absonderung von Kleie so fein geschroten, daß die entstehenden Theilchen durch ein Sieb gehen, welches auf 1 cm 6 bis 7 Fäden enthält. Zur Bereitung des Sauerteiges für das gewöhnlich zu einer Backung benutzte Quantum Mehl von circa 500 Kg werden 3 Kg des sogenannten Grundsauers (Sauerteig von der vorhergehenden Backung) mit 2 l Wasser von 38° C. und 4 bis 4,5 Kg Roggenmehl zu einem Teige angerührt, der etwa 6 Stunden lang in mittlerer Temperatur stehen bleibt. Nach dieser Zeit giebt man zu dem Ansatze 30 bis 35 l Wasser von ebenfalls 38° C. und bereitet durch zweckmäßiges Einrühren von etwa 65 Kg Roggenbrotmehl den sogenannten Hauptsauer, welchen man bei 20 bis 25° C. 5 bis 6 Stunden gähren läßt. Der Zeitpunkt für den richtigen Grad der Gährung des Sauers für die nun folgende Teigbildung erkennt man an der Steifigkeit desselben; ein Eindruck mit der Hand in den Sauerteig muß bleiben, die niedergedrückte Stelle darf nicht auf ihre frühere Höhe zurückgehen. Ehe dann zur Teigbildung selbst geschritten wird, nimmt man von dem fertigen Hauptsauerteige 6 Kg fort, sie bilden mit 30 bis 35 l Wasser und 65 Kg Roggenbrotmehl versetzt den Hauptsauer für die nächste Backung.

Hat der Sauerteig nach der obigen Probe den richtigen Grad der Gährung erreicht, so zerrührt man denselben unter Zusatz von etwa 240 l Wasser und 8 Kg Salz, bis er einen vollständigen Brei bildet. In diesen trägt man nun allmälig 430 Kg Roggenbrotmehl ein und bereitet durch fortwährendes Kneten mit den Händen einen Teig, welcher zur Erzielung einer vollständigen Gleichförmigkeit von drei Leuten drei Mal umgesetzt (mit den offenen Händen durchgegriffen) wird und damit zum Abstechen der Brote fertig ist.

Aus dieser Teigmasse formt man 224 bis 226 Stücke, jedes zu 3,4 Kg. Beim Verbacken verlieren diese Laibe 0,366 Kg, bei dem nachherigen Liegen während 1 bis 2 Tagen noch 0,034 Kg, so daß ein davon verkauftes Laib noch ein Gewicht von 3 Kg besitzt. Die abgestochenen Brote werden nun gewirkt, d. h. mehrfach auf einer mit Mehl bestreuten Holzplatte hin und her gerollt, und sodann zum Ausgähren, das bei 20 bis 25° C. etwa 1 Stunde dauern muß, neben einander auf mit Mehl bestreute Bretter gelegt. Nachher mit einem dünnen Teige aus Weizenmehl und Wasser bestrichen, sind sie fertig zum Einschießen in den Ofen. Der bei Krupp früher benutzte Ofen, dessen genauere Beschreibung unten folgt bei Besprechung der Backöfen, wurde mit Steinkohlen in der Weise geheizt, daß die Flamme in den Ofen schlug. Etwa 1½ Stunden vor dem Einschießen der Brote wurde geheizt, bis das Gewölbe und der Herd schwach rothglühend waren und bis der Ruß, der zuerst einige Theile der Ofenwandung überkleidete, vollständig wieder verschwunden war. Dann wurde das Feuer beseitigt, der Ofen „abstehen gelassen", bis er noch eine Temperatur von etwa 300° C. besaß, die der Bäcker daran erkannte, daß die Theilchen von einer Hand voll Mehl, die in den Ofen geworfen wurde, eben zu glimmen anfingen. Dann wurden die Feuerthüren gut geschlossen, der Herd mit einem nassen Tuche gereinigt

und die Wände bis zur Höhe der Brote mit Buchenholz belegt zur Vermeidung einer allzu harten Kruste an den den Wänden zunächst liegenden Broten.

Das Einschieben der Brote muß sehr rasch geschehen, um nicht durch zu langes Offenstehen der Thür des Mundloches eine zu starke Abkühlung herbeizuführen. Die Brote werden dabei ihrer Länge nach in Reihen dicht neben einander geschoben und der Schluß wird mit einer Querreihe gemacht, die ungefähr noch 20 cm von der Feuerung entfernt sein muß. Nach dem Einschieben wird der Ofen dicht geschlossen, alle Oeffnungen, durch die kalte Luft eintreten könnte, werden zugemacht. Nun bleibt der Ofen bei der Beschickung mit Broten zu 3 Kg 4 bis 4,5 Stunden (Brote zu 6 Kg brauchen 5 bis 5,5 Stunden) stehen, nach welcher Zeit die Brote völlig gegahrt sind. Diese werden dann ausgezogen und kühlen auf Holzgerüsten langsam ab.

In dieser Weise wurde bis zur Neueinrichtung der Bäckerei im Jahre 1874 täglich drei Mal gebacken und zwar in der Zeit von 18 Stunden. Natürlich mußten die Operationen gehörig in einander greifen. Sieben Arbeiter hatten in der genannten Zeit die Arbeit zu leisten. Morgens um 3 Uhr begann die Bereitung des Sauerteiges, um 8 Uhr wurde der Teig in den Ofen gebracht, um 1 Uhr Mittags war das erste Brot fertig. Morgens 6½ Uhr begann die Bereitung des Teiges für den zweiten Ofen, der um 12 Uhr gefüllt wurde, um 9½ Uhr wurde die dritte Menge in Angriff genommen, die um 4 Uhr in den ersten, inzwischen wieder angeheizten Ofen eingeschossen wurde. Die zweite Ofenfüllung war etwa um 5 Uhr Nachmittags, die letzte um 9 Uhr Abends fertig.

Bei diesem Betriebe konnten täglich 675 bis 680 Stück Brote von 3 Kg hergestellt werden. Wollte man den zweiten Ofen auch zwei Mal gebrauchen, so hätte man leicht die Production von 900 Broten zu obigem Gewichte erreicht.

In den Jahren 1873/74 wurde die Brotfabrik des Krupp'schen Gußstahlwerkes umgebaut und neu eingerichtet. Man arbeitet dort jetzt mit Knetmaschinen und hat den oben erwähnten Steinkohlenofen ersetzt durch Oefen mit Hochdruckwasserheizung (geliefert von W. A. F. Wieghorst u. Sohn in Hamburg). Durch diese Aenderungen ist natürlich der Betrieb der Bäckerei wesentlich modificirt. Herr Max Uhlenhaut in Essen hatte die große Freundlichkeit mir eine eingehende Schilderung dieser großartigen Bäckerei zu liefern. Weiter unten wird Gelegenheit sein, die Einrichtung der ganzen Brotfabrik, die Construction der Knetmaschinen 2c. zu besprechen. Hier mag nur noch das Verfahren erwähnt werden, nach dem man allein für die Angestellten der Gußstahlfabrik im Jahre 1876 neben verschiedenartigem anderen Brote 1 300 000 Kg Schwarzbrot aus dem Mehl von ganzem Korn herstellte.

Zu einem Quantum von 10 Oefen, von denen jeder 143 sechspfündige oder 72 zwölfpfündige Brote faßt, sind erforderlich:

35 Sack (à 80 Kg) Roggenschrot (⅔ Landroggen, ⅓ russischer)
2 Sack (à 100 Kg) Roggenmehl
35 Kg Grand (grobe Kleie)
30 Kg Salz
6 l Oel.

Zur Bereitung des Sauerteiges nimmt man 20 Kg Sauer (von der letzten Teigbereitung zurückgestellt), mischt diese mit 3 l lauwarmen Wassers und 5 bis 6 Kg Roggenmehl zu einem trocknen Teige an. 3 bis 4 Stunden überläßt man diesen Teig sich selbst. Darauf wird er mit 7 Eimer (à 13 l) lauwarmen Wassers in einem hölzernen Troge angerührt und mit $2^1/_2$ Sack Schrot zu einem steifen Teige verarbeitet, „vergriffen", mit Mehl zugestaubt, zugedeckt und 5 bis 6 Stunden in einem Locale stehen gelassen, welches eine Temperatur von 20 bis 25° C. besitzt. Von diesem Sauerteig wird wieder ein Theil für die nächste Backung aufbewahrt. Die Menge Sauerteig, die eben in ihrer Entstehung verfolgt wurde, reicht für die Füllung von fünf Oefen aus, die in der Regel auf ein Mal in Angriff genommen wird.

Der eigentliche Brotteig wird nun in drei gleichen Portionen unmittelbar hinter einander bereitet. Man bringt 4,5 Sack Roggenschrot, $^1/_3$ Sack Roggenmehl und 5 Kg Salz in den Mischkessel der Knetmaschine, läßt dazu $^1/_3$ des obigen Sauerteiges fließen, nachdem derselbe in 15 Eimer (195 l) lauwarmen Wassers gut mit der Hand vertheilt war, und läßt nun dieses Gemenge von der Maschine bis zur richtigen Beschaffenheit des Teiges durcharbeiten. Durch Zufügen von etwa $^1/_2$ Sack Schrot oder, wenn nöthig, durch Zugeben von Wasser wird die Güte des Teiges ergänzt. Von dem Mischkessel gelangt der Teig in die eigentliche Knetmaschine, die er in Form eines runden wurstartigen Bandes verläßt. Von diesem werden für kleine Brote Stücke von etwa 3,10 Kg, für große Brote solche von 6,25 Kg abgestochen und mit Hülfe der Wage genau auf das angegebene Gewicht gebracht. Diese Klumpen werden in Grand abgerollt, „gewirkt", und mit Grand bestreut auf dem Wirktische neben einander gestellt.

Sind die Brote nach etwa 1 Stunde genügend gegangen, so giebt man denselben die richtige vierkantige Form und bestreicht sie, um ein Anbacken an einananderzu verhüten, auf den beiden Seiten, an welchen sie sich mit anderen Broten berühren, mit Oel. So hergerichtet, werden sie auf den aus dem Ofen gezogenen eisernen Backherd gesetzt, mit einem dünnen Weizenteig oben überstrichen, mit dem Datum des Backtages gestempelt und nun in den Ofen geschoben. Der Ofen ist vorher auf 250° C. geheizt. Wenn die Brote 1 Stunde im Ofen waren, wird der Herd nochmals ausgefahren und das Brot mit Wasser angefrischt, damit es eine glänzende Oberfläche erhält. Sofort wird das Gebäck wieder in den Ofen geschoben, um nun noch 3 Stunden darin zu verweilen. Gegen Ende der Backung öffnet man die Ofenschieber etwas, damit durch den kalten Luftzug allmälig eine Abkühlung stattfindet, beim Austragen der fertigen Brote aus dem Ofen besitzt er noch eine Temperatur von etwa 180° C. Beim Ausfahren der Brote werden sie nochmals mit einer Glasur von Mehl und Wasser überstrichen und dann zum völligen Ausbacken auf den Steinboden, später zum Abkühlen auf passende Holzgestelle gelegt. Die kleineren Brote wiegen am zweiten Tage 2,875 Kg, die größeren 5,750 Kg.

In ganz ähnlicher Weise wird für die preußische Armee das Commißbrot hergestellt. Dem Oberbäcker der Militärbäckerei in Carlsruhe, verdanke ich folgende Mittheilungen. Man verwendet reines Roggenmehl, das aus dem Getreide in der Art ermahlen wird, daß man aus 100 Thln. Getreide unter Zulassung eines Verlustes von 3 Proc., und unter Abscheidung von 15 Proc. Kleie, 82 Thle.

Mehl erhält. Aus 50 Kg dieses Mehles werden 46 dreipfündige Brote hergestellt. Auf 50 Kg Mehl verbraucht man beim Teigmachen in Summa 29 bis 30 Liter Wasser. Aus dem Teig formt man Stücke zu je 1720 g. Man rechnet den Backverlust zu 220 g per Brot, so daß das fertige Gebäck ein Gewicht von 1500 g besitzt. Das Anmachen des Sauerteigs wird ganz in der Weise vorgenommen wie in der Krupp'schen Fabrik. Die Fertigstellung des Teiges geschieht entweder durch Handarbeit oder durch die Knetmaschine von Delirh, die in 5 Minuten dieselbe Arbeit leistet, die von der Hand in einer Stunde ausgeführt werden kann. Der geformte und ausgewirkte Teig bleibt 25 Minuten in der warmen Backstube zum „Gehen" sich selbst überlassen, dann wird er in den (Wieghorst'schen) Ofen eingeschossen. Der Ofen hat eine Temperatur von 300° C. Ist das Brot etwa eine Minute in dem Backraum gewesen, so wird es wieder ausgefahren. Während dieser Zeit ist der Teig erwärmt, ohne daß Krustenbildung eintrat, die Teigklumpen können nun der durch die Erhitzung veranlaßten Ausdehnung folgen. Versäumt man diese Vorsicht, so wird die Kruste während der Ausdehnung fest und dann trennt sich die Wölbung des Brotes von dessen Bodenfläche ab, das Brot wird unganz, rissig. Ist die richtige Volumvermehrung eingetreten, so schiebt man die Brote wieder in den Ofen zurück. Nach etwa 3/4 Stunden schiebt man wieder aus, benetzt die nun schon deutlich gelbbraun gewordenen Brote mit Wasser, bringt sie aber dann rasch wieder in den Ofen und backt fertig.

Ein solches Schrotbrot muß immer mehr oder weniger dunkel erscheinen, immer dichter sein als Brot aus Mehl, welches von der Kleie abgesiebt wurde. Schon die gefärbten Kleientheilchen, welche in das Brot gelangen, bedingen eine dunklere Färbung, außerdem aber ist nach Mège-Mouriès' Ansicht in den äußeren Schichten des Getreides das Cerealin vorhanden, eine Substanz, welche die verschiedenen Gährungsvorgänge sehr befördert, welche eine rasche Säuerung des Teiges und damit ein Zerfließen und Dunkelwerden des Klebers bewirkt.

Diese Uebelstände hat man geglaubt mit in den Kauf nehmen zu dürfen, erreichte man doch durch die Erhaltung der Kleie in dem Brote die Einführung der sämmtlichen Nährsubstanzen des Getreides in die Nahrung. So richtig diese Ansicht von vornherein scheint, so sehr sie für die Nichtabsonderung der Kleie vom Mehle zu sprechen scheint, da ja gerade in den äußersten Theilen des Getreidekorns eiweißartige Stoffe und Nährsalze aufgespeichert sind, so ist doch nachgewiesen, daß das Verbacken der Kleie mit dem Mehle selbst für die Nahrhaftigkeit des Brotes eher schädlich als nützlich ist. Man darf nicht annehmen, daß die Kleie als reich an Stickstoffverbindungen und Nährsalzen ohne Weiteres auch Nährstoff ist, es muß untersucht werden, ob der Organismus im Stande ist, diese Nährsubstanzen aus der Kleie aufzunehmen. Das ist aber jedenfalls nur theilweise der Fall.

Poggiale[1]) hat bei einer Untersuchung der verschiedenen Militärbrote auch die Frage nach der Nährkraft der Kleie zu entscheiden gesucht. Er ließ Kleie zwei Mal durch den Organismus von Hunden und dann noch durch den Darm eines Huhnes gehen und beobachtete, daß von der Kleie 44 Proc. vom thierischen

[1]) Compt. rend. 37, 71.

Organismus assimilirt werden, während 55 Proc. in nicht assimilirbarer Form vorhanden sind. Zu den assimilirbaren Substanzen gehören stickstofffreie, stickstoffhaltige und Salze. Die noch an der eigentlichen Cellulose haftenden Reste von Mehl, ferner etwa vorhandene Kohlenhydrate, wie Zucker, Dextrin u. s. w., werden natürlich vom Organismus aufgenommen, ja Fr. Hofmann hat sogar nachgewiesen, indem er einen Hund mit Kleie fütterte, welche vorher mit verdünnter Schwefelsäure ausgekocht war, daß aus der Cellulose selbst noch Substanzen vom thierischen Organismus entnommen werden können. Aber ein nicht assimilirbarer Rest bleibt außer der ganz unverdaulichen Cellulose stets übrig. Besonders wichtig ist es, daß Poggiale erkannte, daß die 12,7 Proc. Wasser, 5,6 Proc. in Wasser lösliche und 7,4 Proc. in Wasser nicht lösliche Stickstoffverbindungen enthaltende Kleie nach dem Durchgange durch zwei Hunde und ein Huhn doch noch 3,5 Proc. stickstoffhaltiger Substanz enthielt. Offenbar hängt dieser Rest von Stickstoffverbindungen so fest mit der Cellulose zusammen, wird von ihr so innig umhüllt, daß er den Verdauungsorganen nicht zugänglich ist, wenigstes nicht den Verdauungsorganen der Menschen und fleischfressenden Thiere, während die Pflanzenfresser die eiweißreichen Zellen der Kleie vollständig verdauen.

Ganz ähnlich verhält es sich mit den Salzen der Kleie. Auch diese sind mit der Cellulose so fest verbunden, daß sie von derselben im Verdauungscanal nicht oder kaum getrennt werden, und sich wesentlich unverändert im Kothe wieder vorfinden.

So erkennt man, daß es dem menschlichen Organismus nicht möglich ist, die Kleie gehörig auszunutzen, daß man entschieden rationeller verfährt, wenn man die Kleie an Pflanzenfresser verfüttert, welche durch ihren längeren Verdauungscanal viel besser im Stande sind, die Nährsubstanzen aus der Kleie aufzunehmen.

Diese Ansicht wird noch bedeutend dadurch unterstützt, daß die Thatsache festgestellt ist, der Genuß von Kleienbrot befördere in energischer Weise durch den Reiz der Kleie auf den Darm die Ausleerung des Kothes. Weiter unten soll noch eingehender die Rede sein von der Verdaulichkeit und Nährkraft der verschiedenen Brotsorten, hier mag es genügen anzudeuten, daß durch die Schnelligkeit der Entleerung dem Körper nicht Zeit gelassen wird, das Kleienbrot gehörig zu verarbeiten. Wenn man geglaubt hat, wenigstens in Zeiten der Theuerung in der Kleie ein Surrogat für Mehl zu haben, so ist diese Ansicht demnach durchaus nicht richtig. Auch mit dem Kleienbrot gereichte andere Nahrung wird zu schnell durch den Körper geführt, als daß eine gehörige Ausnutzung derselben erzielt werden könnte; Thiere, welche mit viel Kleie gefüttert werden, magern ab. Mir selbst ist ein Fall bekannt, bei dem ein ganzer Hühnerhof durch unvorsichtige Kleienfütterung bedeutend in seiner Entwickelung und seiner Leistungsfähigkeit gestört wurde. Schon Panum und Heiberg[1]) haben gewiß nicht mit Unrecht die Ansicht vertreten, daß das Beibacken von Kleie in das Brot nur den Bäckern Vortheil bringe.

---

[1]) Zeitschr. f. Biologie 1874, 47.



Wenn es aber auch, abgesehen von der Bekämpfung habitueller Verstopfung ꝛc., unvortheilhaft erscheint, die Kleie direct dem Brote einzubacken, so liegt doch der Gedanke nahe, Mittel zu suchen, mit denen man die werthvollen Bestandtheile der Kleie in das Brot überführen könnte, mit denen es aber auch zugleich gelänge, die als schädliches Reizmittel wirkende Holzhaut des Getreides zu entfernen. Solche Versuche sind in der That gemacht, man hat aus der Kleie die Nährsubstanzen in geeigneter Weise ausgezogen und hat die Lösung dieser Stoffe beim Verbacken von Mehl benutzt.

Studien in dieser Richtung stellten Sigle und Fehling[1]) an. Sigle übergießt Kleie mit Wasser, dem eine geringe Menge Schwefelsäure zugesetzt ist, läßt das Gemisch bei etwa 38° C. 24 Stunden lang stehen und seihet die milchige Lösung von den unlöslichen Hülsen ab. Fehling beobachtete, daß die Schwefelsäure hier nicht nothwendig sei, Wasser allein in der angedeuteten Weise benutzt, entziehe der Kleie fast genau ebenso viel dem Gewichte nach (etwa 25 Proc.), ja an stickstoffhaltigen Körpern noch mehr, als das angesäuerte Wasser. Wenn man 1 Kg Kleie mit etwa 5 l siedenden Wassers übergießt, die Masse bei 38° C. 24 Stunden lang stehen läßt und dann abseihet, so bekommt man eine wässerige Lösung, welche nach Zusatz von Sauerteig und Salz zur Teigbildung aus 3 Kg Mehl ausreicht. Bei Benutzung der Kleie in dieser Weise erhält man mehr Brot als gewöhnlich.

Die Zunahme an Trockensubstanz des Brotes kann natürlich nur durch die Bestandtheile bedingt sein, welche das Wasser der Kleie entzogen hat, aber man beobachtet, daß das Brot auch zugleich eine größere Menge Wasser zurückhält, so daß man in Summa etwa 8 Proc. an Brot mehr erhält als von der gleichen Menge Mehl bei gewöhnlichem Backverfahren. Dieses etwas wasserreichere Brot erscheint aber trotzdem nicht feuchter, als das gewöhnliche von den Bäckern gelieferte Product, es unterscheidet sich in Geschmack und Farbe durchaus nicht vom gewöhnlichen Schwarzbrot.

Artus[2]) verwendet die Kleie beim Backen in folgender Weise: 6 Kg Kleie werden mit so viel Wasser übergossen, daß das Gemisch einen dünnen Brei bildet; dieses Gemenge überläßt man 24 Stunden sich selbst. Sodann wird das Gewicht vom Sauerteig, das man gewöhnlich zum Teig von 20 Kg Mehl verwendet, in die Flüssigkeit gebracht, durch Umrühren gut darin vertheilt, dem Gemisch noch etwas lauwarmes Wasser zugesetzt und dann die Masse 48 Stunden stehen gelassen.

Durch diese andauernde Einwirkung des Sauerteiges auf die Kleie wird derselben der Kleber entzogen, es wird durch die gebildete Milchsäure auch der ganze Betrag der Phosphate aus der Kleie gelöst. Man seihet nun die Flüssigkeit durch ein grobes, vorher angenetztes Tuch ab und preßt die Treber, welche auf dem Tuche zurückbleiben, stark aus. Die erhaltene Lösung wird, wenn nöthig, unter Zusatz von lauwarmem Wasser, zur Herstellung eines Teiges aus 20 Kg Mehl benutzt, indem man auch hier noch eine kleine Menge Sauerteig und die nöthige Quantität von Salz in den Teig einführt. Das aus dem so er-

---

[1]) Dingl. pol. J. 131. 296. — [2]) Dingl. pol. J. 173. 230.

haltenen Teig gebackene Brot („Kraftbrot“ von Artus genannt) soll den Ansprüchen an ein gutes Schwarzbrot genügen, es enthält natürlich eine größere Menge von stickstoffhaltigen Körpern und von Nährsalzen, und von solchem nahrhafteren Brote soll man im Verhältniß von 26 zu 29 mehr erhalten, als bei dem gewöhnlichen Backverfahren.

Bei den bisher geschilderten Methoden der Verwendung von Kleie nimmt man keine Rücksicht auf das oben erwähnte, von Mège-Mouriès in der Getreidekleie gefundene Cerealin. Die oben angedeutete Wirkung dieser Substanz kann daher nicht ausbleiben, mit den von Sigle, Fehling, Artus u. A. angewandten Kleienauszügen kann man nur ein schwarzes, dunkles Brot erzeugen. Es ist aber Mège-Mouriès gelungen, Backverfahren zu ersinnen, bei denen diese Wirkung des Cerealins ausgeschlossen ist; er gab Methoden an, nach denen man auch unter Benutzung fast des ganzen Weizenkornes ein weißes Brot erzielen kann. In einer Reihe von Abhandlungen [1]) machte Mouriès selbst über diesen Gegenstand Mittheilungen; sehr lebhaft interessirte sich aber auch Chevreul für diese Frage, und ihm verdankt man eine eingehende Schilderung und Kritik der neuen Backmethoden. Diese wurden von Mouriès im Laufe der Zeit wiederholt verändert, verbessert; es mag genügen hier das Verfahren zu beschreiben, bei dem er selbst zuletzt stehen blieb.

Bei der gewöhnlichen Bäckerei benutzt man nur das Mittelmehl und das feinste Mehl, Substanzen, die von Kleie und Schwarzmehl durch Siebe getrennt werden und von denen man nur etwa 70 bis 73 Theile von 100 Thln. Weizen bekommt.

Der Rest des Mehles liefert nur ein weniger werthvolles Schwarzbrot Mège-Mouriès hat es nun mit seiner Backmethode erreicht, bis zu 84 Proc. von dem Gewichte des Weizens zu einem weißen Brot zu verbacken. Um das zu ermöglichen ist zunächst eine bestimmte Methode der Vermahlung nothwendig; man zermalmt das Getreide nicht zu sehr, man benutzt vielmehr ein Mahlverfahren, welches der oben geschilderten Hochmüllerei sehr ähnlich ist; man schrotet das Korn, siebt ab, läßt den groben Rückstand noch einmal zwischen den Steinen passiren und siebt wieder. So gelingt es aus 100 Thln. Weizen

Feines weißes Mehl	40	Thle.
Weißen Gries mit einigen Kleientheilchen gemischt .	38	„
Gries mit gröberer Kleie gemischt	8	„
Kleie	13,5	„

zu erzielen, also nur 0,5 Proc. vom Weizen zu verlieren. Aus 40 Kg feinem weißen Mehl macht man unter Anwendung von 20 l Wasser den Sauerteig. Sodann rührt man die 8 Kg kleiehaltigen Gries in 54 l Wasser, in welchem 600 g Kochsalz gelöst sind, und läßt dieses Gemisch durch ein Sieb laufen, auf dem die Hülsen zurückbleiben, während die wässerige abfließende Flüssigkeit weiß und flockig getrübt ist durch von der Kleie losgelöste Stärke und durch in Folge des Koch-

[1]) Dingl. pol. J. **144**, 209 und 373. **148**, 220. **155**, 310. **156**, 213. **164**, 305. **194**, 154.

salzzusatzes coagulirtem Cerealin. In diesem Zustande ist das Cerealin nicht im Stande, schnell eine verändernde Wirkung auf die Mehlbestandtheile auszuüben. Man erhält nach obiger Vorschrift 38 Kg von der trüben Flüssigkeit. In dieser wird der Sauerteig vertheilt und dann der Teig durch Einkneten der noch übrigen 38 Kg weißen Gries hergestellt. Nachdem derselbe bei 25° C. eine Stunde lang der Gährung überlassen wurde, bringt man ihn in den Ofen.

Bei dieser Backmethode benutzt man also die Eigenschaft des Kochsalzes, das in der Kleie enthaltene Cerealin vorübergehend zu coaguliren und dadurch eine Zeitlang unwirksam zu machen.

Bei diesem Verfahren erhält man aus 100 Thln. Weizen 83 Thle. benutzbare Mahlproducte, 136 Thle. Teig und 109 bis 115 Thle. Brot. (Bei gewöhnlicher Verbackung von feinem Weizenmehl bekommt man aus 100 Thln. Getreide 70 Thle. Mehl und 90 bis 93 Thle. Brot.) Das Brot von Mège-Mouriès ist weiß, gleicht in seinen Eigenschaften dem feinsten Weizenbrote und unterscheidet sich von demselben namentlich durchaus nicht in seinem Wassergehalte. Peligot fand im Brot von Mège-Mouriès 34,9 Proc. Wasser, im Brot, das in Paris nach dem alten Backverfahren erzeugt war, 34,1 Proc.

In Gegenden, in denen man nicht sehr empfindlich gegen die Farbe des Brotes ist, kann man auch die Hülsen der oben benutzten 8 Kg kleienhaltigen Grieses in dem Teige lassen; man unterläßt dann einfach das Abseihen der Flüssigkeit von den Hülsen, im Uebrigen bleibt das Verfahren ganz das obige. Das dann erhaltene Brot ist durch die Kleientheilchen gefärbt, erscheint aber doch immer noch viel weißer, als Schwarzbrot. Natürlich ist die Ausbeute an Brot hier noch günstiger, als oben.

Diese Methode der Brotbereitung, die nach Versuchen, welche Lüdersdorff in Berlin anstellte, durchaus gute Resultate liefert, ist von großer Bedeutung. Sie besitzt folgende Vorzüge vor dem gewöhnlichen Backverfahren. Zunächst wird das Vermahlen des Getreides viel einfacher, das Korn tritt nur zwei Mal zwischen den enggestellten Steinen hindurch und wird dann direct gesiebt, man erleidet einen geringeren Verlust beim Vermahlen. Zweitens fallen die schlechteren Mehlsorten und die aus diesen zu erzielenden geringen Brotsorten fort, nur gutes Weißbrot wird hergestellt. Drittens ist die Ausbeute an diesem guten und nahrhaften Brote größer, als bei dem gewöhnlichen Verfahren. Der Mehrbetrag an Brot ist so groß, daß damit nach Mège-Mouriès' Berechnung die Bevölkerung von Frankreich bei allgemeiner Einführung seiner Backmethode von dem Getreide, welches dasselbe jährlich als gewöhnliches Brot verbraucht, 45 Tage länger ernährt werden könnte. Namentlich die letzte Belagerung von Paris in den Jahren 1870/71 hat dieses Backverfahren in Frankreich sehr populair gemacht, es soll sich dort immer mehr einbürgern.

In den Bäckereien für das französische Militair befolgt man eine Backmethode, welche eine Modification des Verfahrens von Mège-Mouriès genannt werden kann. Dort hielt man es für zu umständlich, das Abseihen der Flüssigkeit von dem schwarzen Gries vorzunehmen, man verlangte, daß wenigstens 75 Proc. des Getreides in einer Form erhalten würden, in der sie in einfacher Weise auf weißes Brot verarbeitet werden könnten. 75 Proc. Mehl kann man aus dem

Getreide nur erhalten, indem man einen Theil der gewöhnlich beseitigten Kleie verarbeitet. Mège-Mouriès schlug dazu ein Mahlverfahren vor, das der Hochmüllerei entspricht. Er siebte von dem Getreidepulver das Mehl ab und putzte nachher den Rückstand durch einen Luftstrom. Durch diesen wurden die losgelösten Hülsentheilchen entfernt, mehr oder weniger Kleie haltiger Gries blieb zurück. Die Menge von dem Mehl und diesem Griese konnte leicht 75 Proc. vom Gewichte des Kornes ausmachen. Dieses Mahlgut wird nun in der Weise verarbeitet, daß man aus dem feinsten gebeutelten Mehle den Sauerteig herstellt, in diesen die nöthige Menge von Salz bringt und nun die weißen und schwarzen Griese einknetet. Auch hier kann das Cerealin, welches in dem schwarzen Griese enthalten ist, nicht störend wirken, wenn man den Teig nicht zu lange sich selbst überläßt. Man erhält so aus 100 Thln. Getreide 100 Thle. gutes weißes Brot, welches trotzdem nur 3 Proc. Kleie enthält.

Namentlich bei der Verwendung der Producte der Hochmüllerei, bei der ja durch energisches Putzen für möglichste Isolirung der Kleie gesorgt wird, ist diese Beobachtung von Mège-Mouriès, daß durch Zusatz einer genügenden Menge von Salz die färbende Wirkung des Cerealins auf das Brot aufgehoben werden kann, von Wichtigkeit. Nach seiner Methode sind gerade die Producte der Hochmüllerei mit alleiniger Ausnahme der wirklich holzigen Getreidehüllen auf gutes Weißbrot zu verarbeiten, es ließen sich also jedenfalls an 80 Proc. vom Gewichte des Getreides in weißes Brot verwandeln.

Eine besondere Methode der Brotbereitung aus ganzem Korn, die namentlich während der letzten Belagerung von Paris im deutsch-französischen Kriege viel Anwendung fand, ließ sich A. Sezille patentiren. Er weicht das Getreide zunächst in Wasser auf und läßt es sodann in dem gequellten Zustande durch einen Blechcylinder treten, der im Innern eine reibeisenartige Fläche besitzt. Nachdem dadurch die äußere holzige Hülle entfernt ist, kommt das Korn in einen zweiten ähnlichen Cylinder mit raspelförmiger Innenfläche, gegen welche das Getreide durch steife Bürsten gedrückt wird. Das so auch von der färbenden und an Cerealin reichen Schicht befreite Korn, das nur etwa 5 Proc. seines Gewichtes verloren hat, wird nun in einer Gährungsflüssigkeit eingeweicht, die aus Sauerteig hergestellt ist durch Vertheilung desselben in der vierfachen Menge Wasser von 30 bis 35° C. Sieben bis acht Stunden bleibt das Korn in dieser Lösung, bis es so weich ist, daß es sich zwischen den Fingern leicht zerdrücken läßt. In diesem Zustande wird es zwischen Walzen zerquetscht zu einem Brei, der, nach gehöriger Lockerung durch Gährung, verbacken wird.

2. Brot aus kleiefreiem Mehl.

a. Ungesäuertes Brot.

Als ungesäuertes Brot sind die verschiedenen Arten von Zwieback zu bezeichnen. Schon längst ist es gebräuchlich, die Schiffe mit einem Gebäck zu verproviantiren, das sich auf selbst langen Seereisen gut erhält. Man stellt diesen

Schiffszwieback aus einem möglichst steifen, möglichst wasserarmen Teig her. (Nach Payen[1]) verwendet man 1 Thl. Wasser auf 6 Thle. Mehl.) Man läßt die rund oder viereckig geformten Stücke kaum aufgehen, durchsticht sie zur Erleichterung des Dampfaustritts mit Löchern, die 5 bis 6 cm von einander entfernt sind, und backt sie 20 bis 25 Minuten lang bei mäßiger Temperatur. Gleich nachdem das Gebäck den Ofen verläßt, wird es in einem Raume, der durch die Abwärme des Ofens geheizt ist, vollständig ausgetrocknet. So behandelt halten sich die Schiffszwiebäcke jahrelang. Vor dem Genuß müssen sie in Wasser aufgeweicht werden.

In neuerer Zeit hat diese Art der Bereitung eines Gebäcks auch für den regelmäßigen Consum auf dem Festlande sehr an Bedeutung gewonnen. Zuerst namentlich in England betrieben, hat dieser Industriezweig jetzt auch in Deutschland Eingang gefunden. Mit kurzen Worten mag daher ein Bericht erwähnt werden, welchen C. E. Thiel in der Gewerbezeitung für das Großherzogthum Hessen lieferte[2]).

In England, wo überhaupt vielfach durch Rösten oder Trocknen wasserarme Gebäcke bereitet werden (Toasts, Rusks, Muffins, Crumpets), wo man außerdem den Schiffszwieback von jeher in sehr großem Maßstabe produciren mußte, ist man jedenfalls zuerst auf die Idee gekommen, die sogenannten englischen Biscuits aus feinem Mehl und unter Zusatz von Fett, Zucker, Eiern, Gewürzen ꝛc. zu fabriciren. Zuerst als Luxusgebäck betrachtet, fand dieses nahrhafte und billige Backwerk allmälig auch bei weniger Bemittelten Eingang und ist seit 10 bis 15 Jahren ein ausgedehnt verwendetes Nahrungsmittel geworden.

Die bekannteste englische Firma Huntley and Palmer zu Reading und London verarbeitet wöchentlich 2000 Sack (3000 bis 4000 Centner) feines Weizenmehl auf solche Biscuits; sie beschäftigt 3000 Personen und erzeugt jährlich für 300 000 Pfund Sterling Waare. Aehnliche, wenn auch kleinere, Geschäfte bestehen in England noch mehrere. In Deutschland war wohl Hamburg der Ort, an dem zuerst eine solche Biscuitfabrik gegründet wurde. 1861 begann A. H. Langnese, freilich in sehr bescheidenen Verhältnissen, die Arbeit. Der Betrieb erweiterte sich aber so bedeutend, daß dies Geschäft schon im Jahre 1871 das Quantum von 4300 Centner Biscuit im Werthe von 288 000 Mark in den Handel brachte. Thiel verdankt dem jetzigen Inhaber des Geschäftes, W. Gädke, die folgenden Mittheilungen.

Im Handel sind etwa 120 Sorten von englischen Biscuits zu finden, 30 bis 40 aber haben sich dauernd eingebürgert. Sie unterscheiden sich sämmtlich von einander in ihrer Bereitungsweise, äußeren Form und Ausstattung. Einige werden nur aus Mehl und Wasser bereitet, andere erhalten einen Zusatz an Fett (Butter), Zucker, Gewürzen, Milch ꝛc. Die Vorschriften für die Mischung des Teiges zu den verschiedenen Sorten sind geheim gehalten. Als Lockerungsmittel wird häufig Ammoniumcarbonat, oder ein Gemisch von reiner Salzsäure und Natriumbicarbonat angewandt. Gewissenhafteste Reinlichkeit muß im ganzen

[1]) Précis des substances alimentaires. 4. edit. 1865, p. 360.

[2]) Jahrgang 1874, Nr. 48 und 49.

Geschäfte herrschen, nur durchaus vorzügliches Rohmaterial darf Verwendung finden, nirgends dürfen Reste des Biscuitteiges liegen bleiben, weil diese sonst in Gährung übergehen und durch Verbreitung schädlicher, unangenehmer Ausdünstungen den Geschmack der Waare beeinträchtigen würden.

Die Bereitung des Teiges geschieht mit Knetmaschinen, die verschieden construirt sind, je nach der Consistenz, die der Teig haben soll. Braucht man ihn nicht sehr fest, so wird er in diesen Maschinen fertig gemacht, soll er aber steif, plastisch sein, dann wird der noch zu dünne Teig mit Mehl gemischt wiederholt zwischen zwei rotirenden Walzen hindurchgeschickt, bis er die richtige Consistenz, Gleichmäßigkeit und Glätte erhalten hat und in die Form eines 71 cm breiten Bandes gebracht ist.

Teig von flüssiger Consistenz wird in geprägte Metallformen gegossen, in denen er auch gebacken wird. Der steifere Teig aber wird entweder mit der Hand auf leicht zu reinigenden Marmortischen geformt oder mit Hülfe von sinnreich construirten Ausstechmaschinen [1]), welchen das oben erwähnte Teigband durch ein Tuch ohne Ende zugeführt wird, nachdem man ihm durch zwei weitere Walzen die richtige Dicke für die gewünschte Sorte Biscuit gegeben hat. Die ausgestochenen und zugleich mit Nadeln durchbohrten Teigstücke gelangen auf Bleche und kommen auf diesen in den Ofen.

Das Backen der auf der Maschine geformten Biscuits muß ein möglichst vollständiges und gleichmäßiges sein, das Gebäck soll nur wenig Wasser enthalten und soll in allen Stücken dieselbe Farbe besitzen. Zugleich muß das Backen rasch besorgt werden, ohne viel Handarbeit, da die sehr leistungsfähigen Ausstechmaschinen in kurzer Zeit große Mengen von geformten Biscuits liefern. Allen diesen Anforderungen entspricht am meisten der von Slater zuerst construirte, in neuerer Zeit vervollkommnete Ofen, der weiter unten (Capitel Backöfen) eingehender geschildert werden soll. Dieser Ofen gestattet einen ununterbrochenen Betrieb, da bei ihm die Bleche durch eine von außen geheizte Thonröhre auf einer Doppelkette ohne Ende mit einer solchen Geschwindigkeit geführt werden, daß ein einmaliges Passiren des langen Ofens genügt zum Ausbacken. Am Mundloche werden die Bleche an den beiden Ketten, welche außerhalb des Ofens über Walzen sich bewegen, im Innern desselben aber auf Leitrollen gleiten, befestigt, die Beschickung der Bleche also auf dieser in horizontaler Richtung beweglichen Backfläche allen Temperaturgraden des Ofens, die durch ein Pyrometer controlirt werden, ausgesetzt und am entgegengesetzten Ende fertig gebacken herausgenommen, um nach dem Erkalten verpackt und versandt zu werden. Der Ofen besteht aus zwei Etagen und er ist so gebaut, daß er durch zwei Stockwerke des Hauses geht. Im unteren Locale wird geheizt. Die Verbrennungsgase umspülen dann die Röhre, in welcher gebacken wird. So erreicht man es, daß im oberen Raume, wo unmittelbar vor dem Ofen die Formmaschine aufgestellt wird, stets eine staubfreie Atmosphäre sich befindet, daß die Biscuits mit Kohlenstaub nie in Berührung kommen können.

---

[1]) Wagner's Jahresbericht für 1868, 477. Ein ausführlicher, durch Abbildungen unterstützter Artikel über Cakesfabrikation befindet sich in Uhland's Maschinen-Constructeur 1872, 338.



Die endlose Kette wird durch einen Mechanismus getrieben, der die Geschwindigkeit der Bewegung reguliren läßt. Manche Biscuitsorten sind in 5 bis 10 Minuten, andere erst in 30 Minuten ausgebacken. Sollen die Biscuits möglichst schwach gelb gefärbt werden beim Backen, so muß man sie vorher bei 60 bis 70° trocknen und dann allmälig die Temperatur auf 150 bis 160° C. erhöhen.

Thiel analysirte einige solche Biscuitsorten von der Hamburger Fabrik und fand

	Cabin	Craker
Wasser	9,7	9,6
Proteïnsubstanzen	11,4	11,0
Fett	0,6	4,6
Kohlenhydrate	77,0	73,3
Asche	1,3	1,5

Daraus folgt, daß dieses Gebäck nur durch den Wassergehalt von dem gewöhnlichen Weißbrot sich unterscheidet, daß also 1 Kg dieser Biscuitsorten denselben Werth besitzt, wie 1,26 Kg Weißbrot (letzteres mit 28,6 Proc. Wassergehalt gerechnet). Bedenkt man, daß ohne Verpackung 1 Kg solcher Craker loco London bei dem Großbetrieb zu 64 bis 87 Reichspfennigen, loco Hamburg zu 80 bis 95 Reichspfennigen zu haben ist, daß dagegen 1 Kg gewöhnlicher Milchwecken 63 Pf. kostet, so ergiebt sich, daß die in 1 Kg Biscuits enthaltenen Mengen von Nährstoffen in Form von Wecken 79,4 Pf. kosten. Schon jetzt sind also in Deutschland die beiden Gebäcke im Preise gleich, bei der Ausdehnung des Geschäftes werden gewiß auch bei uns die Preise wie in England zu erreichen sein. Dabei hat dieses Gebäck den großen Vorzug, daß es beliebig lange aufbewahrt werden kann, ohne altbacken zu werden.

Der Grund für die Möglichkeit, die Craker billiger liefern zu können, als das Brot, liegt besonders darin, daß bei der Fabrikation der Biscuits fast nur Maschinenarbeit angewendet wird. Auch dieser Punkt ist von Wichtigkeit. Bei weiterer Ausdehnung der geschilderten Industrie werden voraussichtlich auch unsere Bäcker gezwungen werden, mehr als bisher Maschinen zu benutzen, um das Brot billiger liefern zu können.

Die bei der Biscuit-Bereitung nöthige Benutzung eines sehr steifen, wasserarmen Teigs läßt häufig ein Gebäck erzeugen, in dem noch rohes Mehl durch den Geschmack zu erkennen ist. M. Mouriés[1]) hat diesem Uebelstande abgeholfen durch Fabrikation von gepreßten Brotconserven.

Gut ausgebackenes, poröses Brot wird getrocknet, dann in heiße Wasserdämpfe (von 150 bis 200° C.) gebracht und nachdem es in denselben weich geworden ist mit Hülfe von hydraulischen Pressen zusammengedrückt. In diesen Pressen erkaltet das Brot. Trocken aufbewahrt sollen die erhaltenen Täfelchen sich jahrelang halten. Die Brotconserve hat einen glasigen Bruch, die Zähne zerkauen dieselbe

[1]) Bäcker- und Conditor-Zeitung, 13. Octbr. 1876.

ohne Anstrengung. 100 Thle. Mehl sollen 94 Thle. dieser gepreßten Conserve liefern.

b. Gesäuertes Brot.

Schwarzbrot nach Prechtl[1]). Um 20 Kg Brot zu erzeugen, werden am Abend vor dem Backen 750 g Sauerteig in 375 g warmem Wasser vertheilt und in den Brei in drei Portionen 625 g Mehl eingeknetet. Den so erhaltenen Teig (1,75 Kg) bestreut man mit Mehl und läßt ihn etwa acht Stunden, also bis zum anderen Morgen, an einem mäßig warmen Orte stehen. Dieser Vorteig wird sodann mit 1 l Wasser und 1,5 Kg Mehl, die man wieder in drei Portionen zusetzt, verknetet und die dadurch erhaltenen 4,25 Kg Teig vier Stunden lang mit einem Tuche bedeckt, sich selbst überlassen. Darauf werden ganz in der oben geschilderten Weise zu dem Teige aufs Neue in drei Portionen 4,5 Kg Mehl und 2,5 l Wasser eingeknetet, so daß dessen Menge nun 11,25 Kg beträgt. 750 g von diesem Teige werden zur Seite gestellt, um beim nächsten Backen als Sauerteig zu dienen, der Rest wird zwei Stunden sich selbst überlassen, er muß während dieser Zeit in lebhafte Gährung gerathen sein. In diesem Zustande wird er mit dem übrigen Mehl und Wasser in folgender Weise zum Hauptteig angeknetet. Man bringt den gährenden Teig in eine Ecke des Backtroges und schüttet 8,5 Kg Mehl davor. Sodann vertheilt man den gährenden Teig zunächst in einer Lösung von 125 g Salz in 4,25 l lauwarmen Wassers. Den so erhaltenen, ganz gleichmäßigen, dünnen Brei läßt man in eine Rinne fließen, die man in dem vorgeschütteten Mehle gemacht hat, und mischt durch Kneten die 8,5 Kg Mehl mit dem gährenden Brei. Zu dem innigen Gemenge fügt man unter stetem Durcharbeiten mit den Händen noch 1,25 l Wasser, schüttet den Rest des Mehles auf und beginnt nun anhaltend zu kneten, indem man zweckmäßig die ganze Teigmasse von links nach rechts verarbeitend in mehrere Portionen vertheilt, jede für sich durchknetet, dann wieder den ganzen Teig vereint, wieder von rechts nach links theilt und so mehrere Male abwechselnd die Masse in Stücke bringt und wieder vereint.

Ist der Teig vollständig homogen geworden, so setzt man noch 750 g Wasser zu und knetet aufs Neue mit verstärkter Gewalt. Zu dem Teig hat man so im Ganzen 15 Kg Mehl und 10 l Wasser gebraucht. Man läßt ihn dann im Sommer eine, im Winter $1^1/_2$ Stunden an einem mäßig warmen Orte stehen, nach gehörigem Aufgehen wird er in Brote geformt, schließlich gebacken.

Wiener Backmethode nach Frank[2]). Zur Bereitung eines guten Teiges für Weizen-, sowie für Roggenbrot wird die dazu bestimmte Mehlmenge in den Backtrog gebracht und in demselben einige Stunden der Temperatur des Backlocales ausgesetzt. Sodann wird aus etwa 10 Kg Mehl mit 6 l Wasser

[1]) Technologische Encyclopädie.

[2]) Stohmann in Muspratt's Chemie, deutsch bearbeitet von Stohmann und Kerl. 3. Aufl., Artikel Brot.



(im Sommer, im Winter braucht man 4 l) und dem Gährmittel ein dünner Teig bereitet. Dabei muß das kleberärmere Roggenmehl mit weniger Wasser behandelt werden, als das kleberreiche Weizenmehl. Ueberhaupt ist in Bezug auf die Menge des zuzusetzenden Wassers und des Gährmittels eine allgemeine Vorschrift nicht zu geben, feuchtes Mehl braucht weniger Wasser, als trocknes, gutes Mehl verträgt mehr Gährmittel, als geringeres. Durchschnittlich aber kann man 125 g Hefe auf 10 Kg Teig oder 750 g Sauerteig auf den Teig von 20 Kg Brot rechnen. Im Winter muß das Wasser, welches benutzt wird, auf 20 bis 30° C. erwärmt werden, im Sommer reicht die gewöhnliche Temperatur aus, um die Gährung rasch und kräftig auftreten zu lassen.

Bei der Bereitung des Vorteiges nimmt man die dazu bestimmte Mehlmenge in eine Ecke des Troges, formt es zu einem Haufen und macht in dessen Mitte eine Vertiefung. In diese gießt man einen Theil des Wassers, in welchem vorher das Gährmittel fein vertheilt wurde. Dieser dünne Brei wird vom Mehl aufgesogen und man befördert eine gleichmäßige Benetzung durch Einstürzenlassen des Randes in die Vertiefung.

Sobald das Wasser vom Mehl verschluckt ist, beginnt der Bäcker den Teig mit geballten Fäusten kräftig durchzukneten. Unter langsamem aber kräftigem Druck mischt er die feuchten Stellen mit den trockenen und fügt dabei nach und nach den Rest des Wassers zu. Erst nachdem auf diese Weise alle ungleichartigen Stellen zum Verschwinden gebracht sind und man nirgend mehr einen Ueberschuß an Feuchtigkeit oder trocknes Mehl bemerkt, erst wenn die ganze Masse einen durchaus homogenen Klumpen bildet, ist der Vorteig fertig. Der Trog wird nun bedeckt und der Teig an einem warmen Orte einige Stunden stehen gelassen. Hat der Teig sein Volum gehörig vergrößert und nimmt er nicht mehr an Umfang zu, so schreitet man zu der eigentlichen Teigbereitung. Der Vorteig wird nun in Wasser gleichmäßig vertheilt, die gehörige Menge Mehl eingeknetet und das öfter wiederholt, bis etwa die Hälfte von dem Mehl verbraucht ist, die dem Vorteig zuzusetzen ist. Dann überläßt man den Teig abermals einige Zeit der Ruhe, damit die Gährung durch die ganze Teigmasse sich fortpflanzt. Ist das geschehen, dann wird in der angedeuteten Weise auch der Rest von Mehl unter Benutzung der zugehörigen Wassermenge, in welcher das anzuwendende Quantum Kochsalz gelöst ist, in den Vorteig gebracht und schließlich der ganze Teig so lange geknetet, bis er in allen seinen Theilen durchaus gleichmäßig geworden ist.

Sobald in dem Teig die Gährung sich wieder bemerkbar macht, formt man ihn in Stücke von zu den einzelnen Broten erforderlicher Größe. Auf Brettern oder in eisernen Schüsseln an einem warmen Orte sich selbst überlassen, gerathen diese Teigstücke bald in die Hauptgährung, in Folge welcher dieselben ihr Volum nahezu verdoppeln. Ist in dieser Beziehung das richtige Maß erreicht, so kommen die Teigstücke in den Ofen. Der Teig ist in Brot verwandelt, wenn die Kruste von richtiger Farbe gebildet ist. Bei kleinem Gebäck ist das in 15 bis 20 Minuten geschehen, für größere Laibe sind 2 bis 3 Stunden nöthig.

Herr Max Uhlenhaut hatte die Güte, mir folgende Verfahrungsweisen bei der Fabrikation verschiedener Brotsorten aus Mehl zu schildern, welche in der Bäckerei der Krupp'schen Gußstahlfabrik Anwendung finden.

Paderbörner Brot. Für zwei Oefen à 88 Stück werden gebraucht:

270 Kg Roggenvorschuß (gebeuteltes kleienfreies Mehl),
100 „ Weizenmehl (zweite Sorte),
6 „ Salz,
2 „ Buchweizenmehl,
1 l Oel.

5 Kg Sauer werden mit 3 l lauwarmem Wasser und 3 Kg Roggenmehl angefrischt. Ist dieser Sauerteig reif, so setzt man $^2/_3$ von dem erwähnten Roggenmehl hinzu und verarbeitet das Gemisch mit 5 Eimer (à 13 l) Wasser (lauwarm) unter tüchtigem Kneten zu einem steifen Teige, der etwa 4 Stunden zur gehörigen Gährung sich selbst überlassen wird. Dann kommt der Vorteig mit 8 Eimer Wasser, dem letzten Drittel Roggenmehl, 100 Kg Weizenmehl und dem abgewogenen Quantum Salz in die Mischmaschine. Der fertige Teig wird von der Maschine auf den Wirktisch geliefert. Hier läßt man ihn etwa $^1/_2$ Stunde liegen, bis er etwas „angesprungen" ist, sodann wird er mit der Hand zu Broten ausgewirkt und in Buchweizenmehl abgerollt. Zu jedem Brot werden 3,250 Kg abgewogen. Sind diese Teigstücke gehörig gegangen, so werden sie an den Seiten, an denen sie sich im Ofen berühren, mit Oel überstrichen und dann auf den ausgefahrenen Herd des Ofens gesetzt. Zum Ausbacken sind $2^3/_4$ Stunden nöthig. Am zweiten Tage wiegt das Brot 2,850 Kg.

Graubrot. Zu einem Ofen Graubrot (72 Stück) braucht man 34 Kg Roggenvorschuß, 25 Kg Weizenmehl (erste Sorte), 0,5 Kg Salz und 3 Eimer (40 l) Wasser. Der Teig wird wie bei dem Paderbörner Brot, nur ganz durch Handarbeit hergestellt. Der rundlichen Form wegen und damit sie zart und feucht bleiben, werden die Brote zum Gehen auf hohlgeformte Dielen gelegt, die mit Tüchern bedeckt sind, auf welche man Buchweizenmehl gestreut hat. Das Backen dauert $1^1/_4$ Stunden. Dabei werden die Brote so eingeschossen, daß sie sich im Ofen nicht berühren. Das Gewicht des Teiges zu einem Brot 1,300 Kg, Gewicht des Brotes am zweiten Tage 1,100 Kg.

Weißbrot (Stuten). Zu drei Ofenfüllungen gebraucht man:

230 Kg Weizenmehl (erste Sorte),
120 l Milch,
3 Kg Hefe,
3 „ Salz,
2 „ Buchweizenmehl.

Ein Drittel des Mehles wird mit der Hefe und 50 l lauwarmer Milch zu einem weichen Teig angemacht. Diesen Ansatz läßt man $2^1/_2$ Stunden stehen. Ist die Gährung während dieser Zeit eingetreten, so wird der Vorteig in dem Rest der Milch vertheilt, der Rest des Mehles sowie das Salz zugesetzt und dieses Gemenge mit der Hand zu Flocken abgegriffen. Diese kommen dann in die Knetmaschine. Der von letzterer gelieferte homogene Teig bleibt einige Zeit (etwa 20 Minuten) zum Reifen stehen, dann wird er ausgewirkt, auf mit Buchweizenmehl bestreuten Holzplatten mit der Hand geformt, und die geformten Brote in den Ofen

gebracht, nachdem sie 1/2 bis 3/4 Stunden der Gährung überlassen waren. Auch für dieses Weißbrot haben sich die Wieghorst'schen Oefen vorzüglich bewährt, es gelingt in diesen Oefen leichter als in solchen mit Steinherden die Oberfläche der Brote schön glänzend herzustellen. Als Grund wird angegeben, daß die Steinherde den Brodem zu stark einsaugen. Die Brote werden eingeschossen, wenn der Ofen eine Temperatur von 225 bis 250° C. hat. Nach etwa 10 bis 15 Minuten, wenn die Brote sich gehoben haben und die Krustenbildung begonnen hat, so daß die Brote „stehen“, öffnet man die Züge, läßt die Temperatur des Ofens auf etwa 190° C. sinken und backt nun fertig. Das Backen währt etwa 45 Minuten. Das Teiggewicht beträgt 1,15, 1,6 oder 1,8 Kg, am zweiten Tage wiegen die Brote 1,1 resp. 1,55 oder 1,7 Kg.

Die oben geschilderte Wiener Methode der Teigbereitung ist in Süddeutschland die allgemein gebräuchliche. Herrn Bäckermeister Wilser verdanke ich die folgende Mittheilung über das in Carlsruhe befolgte Verfahren der Herstellung von Schwarzbrot aus einem Gemisch von 3 Thln. Weizenmehl und 1 Thl. Roggenmehl. 3 Pfd. Sauerteig werden um 6 Uhr Abends mit 3 l Wasser und der entsprechenden Menge Mehl zu einem dünnen Teig angeknetet. Um 10 Uhr Abends wird der bis dahin in dem bedeckten Troge sich selbst überlassene Teig mit 6 l Wasser und der genügenden Menge Mehl gemischt. Ebenso wird um 1 Uhr Nachts verfahren unter Verwendung von 12 l Wasser und dem entsprechenden Mehlquantum. Endlich wird um 3 Uhr Morgens der Teig fertig gemacht, so daß man im Ganzen auf 50 Kg Mehl 20 l Wasser verbraucht hat. Bei dieser letzten Operation wird das nöthige Salz in den Teig gebracht und zwar 1 Kg Salz auf den Teig von 50 Kg Mehl. Um 4 Uhr ist die Masse so weit in Gährung, daß sie ausgewirkt werden kann, um 5 Uhr wird der Teig in den Ofen gebracht. 1 bis 1 1/4 Stunde genügen zum Backen der üblichen Brote.

Ganz ähnlich verfährt man hier bei der Bereitung von Weißbrot. Man unterscheidet Wasserwecke und Milchwecke. Für Wasserwecke werden Weizenmehl, Hefe und Wasser in folgender Weise verarbeitet. Man verwendet auf 100 Kg Mehl 0,25 Kg Hefe und 60 l Wasser. Auf je 3 l Wasser setzt man 40 bis 50 g Salz zu, so daß man hier nahezu auf 100 Kg Mehl 1 Kg Salz gebraucht. Das Salz wird übrigens erst beim letzten Kneten in den Teig gebracht. Mittags um 12 Uhr beginnt man mit der Herrichtung des Vorteiges, bei dem man 7 bis 9 l Wasser, die Hefe und eine genügende Menge Mehl benutzt, um einen dünnen Teig zu erhalten. Um 6 Uhr Abends wird dieser Teig vergrößert, ebenso um 9 Uhr, in der Zwischenzeit bleibt der Teig bedeckt an einem warmen Orte stehen, damit er gehörig in Gährung geräth. Um 10 Uhr Abends ist der Teig so weit gegangen, daß man zum Auswirken schreiten kann. Man läßt dann den Teig nach dem Abwägen und Zurichten in die Form von Klumpen, die für ein Brot genügen, in der Backstube stehen und schreitet, wenn die Lockerung gehörig eingetreten, die Klumpen ihr Volum nahezu verdoppelt haben, um 12 Uhr Nachts zum Backen. Die Gährung darf aber nicht zu weit vorschreiten. Die Teigmasse, welche nicht gleich in den Ofen gelangen kann, wird daher, wenn sie gehörig gegangen ist, in die kühle Nachtluft gestellt, um die Gährung zu verlang-

samen. Man kann den Teig in dieser Weise bei kühlem Wetter 3 Stunden lang stehen lassen, ohne daß man zu weit gehende Gährung fürchten müßte. Das Backen der kleinen Brote dauert $1/4$, höchstens $1/2$ Stunde. Wasserwecke backen etwas langsamer, als Milchwecke. Daher werden erstere zuerst und an die heißesten Stellen des Ofens eingeschossen, die Milchwecke kommen nachher an die kälteren Stellen.

Bei der Bereitung von Teig für Milchwecke verfährt man wesentlich in der eben geschilderten Weise, nur wird an Stelle von Wasser Milch benutzt und zugleich auf 9 l Milch 1 Pfd. Butter in den Teig gebracht. Die Butter wird zuletzt, wenn der Teig nahezu fertig ist, in zerkleinertem Zustande in den Teig eingeknetet.

Solches Milchbrot gehört schon zu dem sogenannten Luxusgebäck, dessen Besprechung nicht in den Rahmen des vorliegenden Werkes paßt. Indessen möge es doch noch gestattet sein, die von Horsford[1]) gegebene Schilderung der Bereitung der rühmlichst bekannten Wiener Kaiser-Semmel hier einzuschieben.

Das Mehl (Weizenmehl Nr. 0, 1, 2 und 3) wird aus den Säcken in die Mitte des Backtroges geschüttet, so daß der Haufen nach beiden Enden des Troges schräg abfällt. Ein Gefäß, das etwa 20 l zu fassen vermag, wird mit einem Gemisch von gleichen Theilen Milch und Wasser gefüllt. Diese Rohmaterialien überläßt man so lange sich selbst, bis sie die Temperatur der Backstube (20 bis 25° C.) angenommen haben. Sodann gießt man die Flüssigkeit an dem einen Ende in den Trog und mischt sie hier mit einer kleinen Menge Mehl und der nöthigen Quantität Preßhefe, welche vorher in der Hand fein zerdrückt wurde, zu einem dünnen, klumpenlosen Brei. Diesem dünnen Teige wird auch gleich die abgewogene Menge Salz hinzugefügt. Darauf wird der Backtrog zugedeckt und sein Inhalt $3/4$ Stunden sich selbst überlassen. Hat während dieser Zeit die Gährung begonnen, so schreitet der Arbeiter nun dazu, portionenweise das Mehl von dem Haufen in den Teig zu kneten, bis der letztere die richtige Consistenz erhalten hat. Es ist wesentlich dem Gefühle des Bäckers überlassen, diesen Punkt scharf zu treffen, Roman Uhl, der Vorstand der Wiener Bäckergenossenschaft, versicherte indessen Horsford, daß die Differenz im Gewichte des Teiges aus einer bestimmten Menge Mehl auf 50 Pfund kaum 150 g betrage. Durchschnittlich verwendet man auf je 8 Pfund Mehl 3,5 l des Gemisches von gleichen Theilen Wasser und Milch, 100 g Preßhefe und 28 g Salz. Der Teig wird nun bedeckt $2 1/2$ Stunden der Gährung überlassen. Nach dieser Zeit stellt er eine glatte, zähe, aufgeblähte, homogene Masse dar, von hell gelblicher Farbe. Wenn man den Teig mit der Hand drückt, giebt er dem Drucke nach ohne zu zerreißen, erhält aber nach Entfernung der Hand sein voriges Volum und seine glatte Oberfläche allmälig wieder. In diesem Zustande wird der Teig in Stücke getheilt, welche 1 Pfd. Brot liefern, und diese Klumpen durch passende Maschinen in zwölf gleich schwere Theile zerlegt, die etwa 3 bis 4 cm dick sind. Mit der Hand werden diese flachen Teigstücke in die gewünschte Form gebracht, indem man die Ecken derselben aufbiegt und leicht zusammendrückt. Nachdem sie gehörig gegangen sind, werden sie mit Hülfe einer langen, dünnen Holzschaufel in den

[1]) Report on Vienna bread. Washington 1875.



Ofen eingeschossen. Auf dem Herde des Ofens werden sie so niedergelegt, daß sie sich nicht berühren. Der Arbeiter beobachtet genau das Fortschreiten des Backens, von Zeit zu Zeit öffnet er den Ofen, um die Stücke von den heißeren Stellen an die kühleren zu bringen und umgekehrt. So gelingt es in Zeit von 1/4 Stunde den Teig so gleichmäßig zu backen, daß nur wenige Semmeln als zu stark erhitzt beseitigt werden müssen. Will man der Semmel eine glänzende Oberfläche geben, so überfährt man sie während des Backens mit einem Schwamme, der in Milch eingetaucht ist.

Der während der Weltausstellung in Wien benutzte Ofen war aus Backsteinen in gewöhnlicher Weise hergerichtet, er wurde mit Holz geheizt und zwar in 24 Stunden 8 Mal gefeuert. Die Temperatur des Ofens betrug etwa 260° C. (500° F.). Bei diesem Wärmegrad erhalten die kleinen Semmeln, von denen 12 auf 1 Pfd. gehen, eine glänzende, hell zimmetrothe Kruste.

Die Vorzüglichkeit des Wiener Gebäcks beruht, wie Horsford versichert, allein in der sorgfältigen Auswahl des Materials und der gewissenhaften Durchführung der verschiedenen Operationen. Besondere Geheimnisse besitzen die Wiener Bäcker nicht, wiederholt zeigten sie ja auf Ausstellungen ihren Betrieb jedem, der sich für denselben interessirte.

Das Pariser gewöhnliche Weißbrot[1]) wird aus einem Mehl, von dem man 70 bis 75 Proc. vom Weizen erhält, in folgender Weise bereitet. Man unterscheidet drei Operationen: Herstellung des Vorteiges, Kneten des Teiges, Backen.

Herstellung des Vorteiges. Diese besteht wieder in wiederholtem Anfrischen des Sauerteiges. Der erste Sauerteig wird der Gährung überlassen von Mitternacht bis 8 Uhr Morgens. Der dann mit Wasser und Mehl angefrischte Teig bleibt bis 2 Uhr Nachmittags stehen. Darauf wird zum zweiten Male, endlich Abends um 5 oder 6 Uhr zum dritten Male angefrischt. Um 7 Uhr kann man dann zum eigentlichen Teigmachen schreiten. Genaue Vorschriften über die Menge Sauerteig, die man für eine bestimmte Quantität Mehl anwenden soll, über die Teigvermehrung bei jedem Anfrischen lassen sich nicht geben. Es hängt das ab von dem Wassergehalte des Mehles, von der Güte des Sauerteiges, von der Temperatur des Backraumes &c. Im Allgemeinen verfährt man so, daß man für eine Ofenfüllung von 160 bis 162 Kg Brot 2 bis 5 Kg Sauerteig verwendet, daraus bei dem ersten Anfrischen 12 bis 18 Kg, beim zweiten 40 bis 50 Kg, endlich beim dritten 120 bis 150 Kg Teig herstellt. Im Sommer soll dieser Vorteig etwa den dritten Theil des Gesammtteiges ausmachen, im Winter die Hälfte. Immer wird der Teig in geflochtenen Körben der Gährung überlassen, die mit einem Leintuch überzogen sind und in denen der Teig mit wollenem Zeug zugedeckt wird. Diese Körbe werden in der Nähe des Ofens an einem gleichmäßig warmen Orte aufgestellt. Zuweilen wendet man in Frankreich auch gleichzeitig Sauerteig und Hefe an, man führt dadurch die Gährung etwas schneller herbei. Man frischt dann den Sauerteig ein Mal weniger an, man setzt ihm bei dem

[1]) Art de la Boulangerie par Parmentier. — Boulanger (Encyclopédie Roret) par I. Fontenelle et F. Malepeyre.

ersten Anfrischen gleich die Hefe zu. Nach zwei Stunden kann man dann schon zur Bereitung des Vorteiges schreiten. Man bringt mit den 6 bis 7 Kg Teig, die man bei diesem Verfahren vom letzten Backen aufbewahrt, etwa 400 bis 600 g Hefe in den Teig.

Diese Operationen werden übrigens nicht immer vollständig von vorn angefangen. In größeren Bäckereien, in denen man den ganzen Tag über ohne Unterbrechung backt, bewahrt man von dem Teige für die letzte Ofenfüllung so viel auf, daß die Masse direct als Vorteig für die nächste Beschickung des Ofens dienen kann. Z. B. in der Bäckerei der assistance publique in Paris theilte mir der dirigirende Bäcker, Herr A. Drouard, mit, daß man vom letzten Teige des Abends um 5 Uhr 12 bis 15 Kg aufbewahrt, daß man diesen um 11 bis 12 Uhr mit 10 l Wasser und dem entsprechenden Mehlquantum anfrischt, um 3 Uhr 45 Minuten diese Operation wiederholt mit 18 bis 20 l Wasser und dem Mehl zur Bildung eines Teiges von genügender Consistenz, endlich nochmals den Teig vermehrt um 4 Uhr 45 Minuten unter Verwendung von 35 bis 40 l Wasser und der entsprechenden Mehlmenge. Um 6 bis 7 Uhr Morgens wird dann Teig gemacht. Von diesem wird die Hälfte gleich verbacken, die andere Hälfte dient als Vorteig für die nächste Ofenfüllung u. s. w., bis Abends 5 Uhr die Campagne von Neuem beginnt. Man bereitet dort täglich 10 000 Kg Brot. Man hat auch beobachtet, daß das Gebäck, welches zuerst in den Ofen kommt, am wenigsten gut ausfällt, daß spätere Ofenfüllungen ein besseres Brot liefern. Daher werden die zuerst bereiteten Teigportionen auf gewöhnliches Brot verarbeitet, die späteren Teigmischungen, zu denen immer ein Rest der vorhergehenden als Vorteig dient, liefern die verschiedenen Luxusbrote.

Nach der Fertigstellung des Vorteigs schreitet man zur Bereitung des eigentlichen Teiges. Diese zerfällt in verschiedene Operationen. Zunächst wird der Vorteig verdünnt. Man bringt ihn dazu mit einem Theile des zur Teigbildung bestimmten Wassers in den Trog und stellt durch fleißiges Umrühren einen klumpenfreien, durchaus homogenen dünnen Brei her. Ist diese feine Vertheilung des Teiges im Wasser gelungen, so setzt man den Rest des Wassers zu und erreicht durch Umrühren leicht die Bildung eines zarten Breies. In diesen bringt man nun den Rest des Mehles und mischt dasselbe rasch in die Flüssigkeit hinein, bis das Gemenge die richtige Consistenz besitzt.

Im Ganzen verwendet man durchschnittlich auf 100 Theile Mehl 75 Theile Wasser. Die Hälfte dieser Wassermenge dient bei der Bereitung des Vorteiges, der Rest wird bei dem eigentlichen Teigmachen verwendet. Natürlich können diese Vorschriften nur approximativ sein, nach der Güte des Mehles, nach der Art des zu erzeugenden Brotes richtet sich die Menge des einzuführenden Wassers. Im Allgemeinen hat man in Frankreich die Ansicht, daß etwas zu viel Wasser weniger schädlich ist, als zu wenig. In der oben erwähnten „boulangerie des hopitaux“ am Scipioplatze in Paris z. B., wo ein sehr lockeres Brot hergestellt wird, braucht man nahezu gleiche Gewichtstheile gutes Weizenmehl und Wasser.

Nach dem innigen Vermischen der Bestandtheile ist nun aber der Teig noch nicht homogen, er enthält noch viele verschieden feuchte Stellen und besteht aus fadenartigen Massen, die wenig Zusammenhang mit einander haben. Jetzt folgt die

schwierige Arbeit des Knetens. Man vereinigt durch Abkratzen der Wände den ganzen Inhalt des Troges zu einem Klumpen und bearbeitet diesen mit den Händen, indem man von links nach rechts, dann von rechts nach links vorschreitend den Teig häufig umkehrt, zusammenfaltet, durch Pressen wieder vereinigt und dafür sorgt, daß jeder Theil der Masse in gleicher Weise durchgearbeitet wird. Nun wird der Inhalt des Troges in große Stücke getheilt und jedes Stück für sich durchgeknetet, hin und her gewendet, aus dem Troge gehoben und kräftig wieder in diesen zurückgeworfen. Ist der ganze Teig in dieser Weise durchgearbeitet, so werden die Stücke durch Pressen und Drücken mit geballten Händen wieder vereinigt, und das an der Trogwand Hängende abgekratzt und dem Teigklumpen einverleibt. Man hat nach dieser Operation einen durchaus gleichmäßigen Teig von richtiger Consistenz.

Von diesem Teige wird in der Regel die Portion reservirt, die für das nächste Brot als Vorteig dienen soll. Die Masse des Teiges aber, die sofort auf Brot verarbeitet werden soll, wird mit Salz versetzt. Man macht im Teige einige Vertiefungen und gießt in diese die wässerige Lösung des Salzes hinein. Ist diese Flüssigkeit von der Teigmasse verschluckt, dann sucht man durch neues Kneten, Umwenden, Heben und Fallenlassen des Teiges die vollkommenste Gleichmäßigkeit wieder zu erreichen. Je sorgfältiger und je rascher hier die Bearbeitung geschieht, um so besser wird der Teig, um so lockerer und gleichmäßiger wird er so gut, wie das zu erzielende Brot. Nur kräftige Arbeiter können den jetzt consistenten Teig in gehöriger Weise durcharbeiten. Namentlich ist darauf zu achten, daß bei dieser Operation der Teig niemals gewaltsam zerrissen, sondern nur gestreckt und wieder zusammengedrückt wird. Er muß schließlich eine zusammenhängende elastische Masse bilden, muß eine helle Farbe und eine geschlossene Oberfläche besitzen.

Hat man den Teig mit Sauerteig bereitet, so läßt man denselben nun einige Zeit ruhig liegen. Das geschieht entweder in dem Backtroge selbst oder in großen Körben, welche mit einem mit Mehl bestreuten Tuche ausgekleidet sind. Im Winter muß der Teig an einem warmen Orte stehen, wird auch noch mit einem Wollenzeuge bedeckt. Erst wenn durch die beginnende Gährung der Teig sein Volum vergrößert hat, wenn er gehörig gelockert ist, wird er in Stücke getheilt und zu Broten geformt. Ist aber Hefe bei der Herstellung des Teiges benutzt, so tritt die Gährung meist so rasch ein, daß man den Teig vor der Formung der Brote nicht mehr sich selbst überlassen kann, man theilt ihn dann nach Beendigung des Knetens sofort in Stücke und wirkt diese aus.

Der durch Gährung gelockerte Teig wird mit Hülfe der Wage in Stücke getheilt, deren Gewicht in einem bestimmten Verhältnisse zu dem Gewichte des Brotes steht. Je mehr Kruste, je mehr Oberfläche das Brot hat und je reicher der Teig an Wasser ist, um so größer muß das Uebergewicht des Teiges über das des Brotes sein. Weiter unten werden diese Verhältnisse eingehender besprochen werden. Die gewogenen Stücke werden mit der Hand geformt. Zunächst wird die Oberfläche der Stücke gehörig geebnet, der Teigklumpen also abgerundet, nachher bekommt er die gewünschte Gestalt. Um ein Anhaften des

Teiges an den Händen oder den Unterlagen zu vermeiden, wird er vor der Formung mit Mehl überstäubt.

Die geformten Teigstücke werden in Körbe oder zwischen die aufgestellten Falten eines Tuches gelegt. In dieser Lage bleibt der Teig, bis er gehörig gegangen ist, um in den Ofen gebracht werden zu können. Natürlich ist es Aufgabe des Bäckers, die Gährung so zu leiten, durch Erwärmung oder Abkühlung zu reguliren, daß die Brote gerade im Augenblick ihrer höchsten Reife in den Ofen kommen.

Beim **Backen** werden die großen Brote und die aus festem Teig zuerst eingeschossen, die kleinen Brote und die aus wasserreichem Teig bringt man später in den Ofen. Große Brote (6 Kg) backen $1^{1}/_{2}$ Stunden, Brote von 2 Kg etwa 1 Stunde, Brote von $^{1}/_{2}$ Kg und darunter etwa $^{1}/_{2}$ Stunde. Man entfernt das Brot aus dem Ofen, wenn die Oberfläche gehörig gefärbt erscheint, wenn das Gebäck beim Daraufschlagen mit dem Finger klingt und wenn die Krume zwischen den Fingern zusammengepreßt sich rasch wieder zu ihrem früheren Volum ausdehnt.

Die **englische Methode der Londoner Bäcker** beschreiben **Stohmann**[1]) und **Horsford**[2]) in folgender Weise. Zunächst wird das Ferment hergestellt, indem man auf einen Sack des zu verarbeitenden Mehles von 280 Pfd. (127 Kg) Inhalt 5 bis 6 Pfd. Kartoffeln kocht, schält, zerreibt und mit 2 bis 3 Pfd. Mehl und 1 Quart (1,136 l) flüssiger Bierhefe unter Zusatz der erforderlichen Menge Wasser zu einem dünnen gleichförmigen Brei anrührt. Es tritt sehr bald eine lebhafte Gährung ein, die nach Ablauf von 3 Stunden genügend vorgeschritten ist; man kann jedoch, ohne die Güte des Ferments zu beeinträchtigen, die Gährung 6 bis 7 Stunden dauern lassen, gewöhnlich verwendet man die gährende Masse 4 bis 5 Stunden nach ihrer Mischung.

Boland[3]) beschreibt die Herstellung dieses gährenden Gemisches in etwas anderer Weise. Nach ihm kocht man möglichst stärkereiche Kartoffeln, schält, zerreibt sie und mischt sie mit so viel Wasser, daß ein Brei von der Consistenz der flüssigen Bierhefe entsteht. Dieses Gemenge wird durch ein Sieb getrieben. Auf je 500 g Kartoffeln versetzt man diesen Brei mit 60 g Rohrzucker oder Melasse und mit zwei „Kellen voll“ flüssiger Bierhefe. Nachdem dieses Gemenge gehörig in Gährung gekommen ist, wird es zu Bereitung des Teiges benutzt.

Diese eigenthümliche Art der Bereitung eines Ferments für den Teig ist bedingt durch die Steuerverhältnisse in England. Es ist dort nicht möglich, Preßhefe durch Alkoholgährung zu erzeugen, das Präparat wird zu theuer. Man bezieht daher die flüssige Bierhefe aus Alebrauereien und verwendet diese, um ein gährendes Gemisch in der obigen Weise zu bereiten.

Mit Hülfe dieses Ferments wird nun zunächst der Vorteig hergerichtet. Das gährende Gemisch wird in 20 Pfd. Wasser gut vertheilt und dann mit so viel Mehl versetzt, als die Flüssigkeit zu Bildung eines ziemlich steifen Teiges aufnehmen kann. Dieser an einem warmen Orte aufbewahrte Teig kommt nach etwa 1 Stunde in lebhafte Gährung, die Masse dehnt sich aus, geht auf. Die

---

[1]) **Muspratt's** Chemie. — [2]) Report on Vienna bread. — [3]) Boulanger (Encyclopédie Roret) **1**, 208.

Gährung wird bald so stürmisch, daß die Kohlensäure entweicht, der Teig fällt zusammen. Nach kurzer Zeit aber sammelt sich wieder eine genügende Menge von Kohlensäure, um den Teig wieder aufzublähen. Jetzt ist er schon zäher geworden, er hält die Kohlensäure fester eingeschlossen, geht nahezu noch einmal so stark auf, als beim ersten Male. Wenn dann der Teig zum zweiten Male zusammenfällt (bei warmem Wetter vor dieser Erscheinung), schreitet man zur eigentlichen Teigbildung. Man läßt den Vorteig so kräftig durchgähren, weil man beobachtet hat, daß er dann so reich an Hefezellen wird, daß er das Brot gehörig lockert. Unterbricht man die Gährung des Vorteiges zu früh, so wird das Brot leicht dicht. Allerdings ist mit der länger andauernden Gährung des Vorteiges der Nachtheil verbunden, daß das Brot durch fremde Gährungserscheinungen in seinem Geschmack etwas ungünstig beeinflußt wird, der Bäcker muß je nach dem Material, das er verarbeitet, ab und zu geben.

Der gehörig vergohrene Vorteig wird in Wasser vertheilt, in welchem Salz aufgelöst ist. Auf die obige Mehlmenge von 280 Pfd. nimmt man 2,5 bis 3,75 Pfd. Salz. Man richtet sich bei der Bestimmung der Salzmenge nach dem Geschmacke der Consumenten und berücksichtigt, daß frisches Mehl oder solches von geringer Qualität mehr Salz verlangt, als abgelagertes und feines Mehl. Die Wassermenge wird so abgemessen, daß das Gemenge von Vorteig, Wasser und Salz den Raum von etwa 140 Pfd. Wasser einnimmt, man will etwa 150 Pfd. eines dünnen Breies erzeugen. Sorgfältig ist darauf zu achten, daß der Vorteig gleichmäßig mit dem Wasser vermischt wird, daß in dem dünnen Brei durchaus keine Klumpen bleiben. In diesen verdünnten Vorteig wird nun der Rest des Mehles allmälig eingetragen und das Ganze zu einem homogenen Teig durchgeknetet.

Das fertige Gemenge läßt man etwa 1,5 bis 2 Stunden aufgehen, vertheilt es dann in Stücke von 4¼ Pfd. Gewicht, die sofort in den Ofen kommen und nach dem Backen, bei dem die Temperatur des Ofens von 300° allmälig bis auf 210 bis 220° C. sinkt, und zu dem etwa 1 Stunde erforderlich ist, als vierpfündige Brote verkauft werden. Gewöhnlich fehlen an diesem Gewichte 8 bis 16 Proc.

Man unterscheidet in England namentlich drei Sorten von Brot. Die beste Qualität ist das „weathen bread“, welches aus Mehl bereitet wird, von dem man aus 100 Thln. Weizen 61,8 Thle. erhält und bei dem man aus 100 Thln. Mehl 124,4 Thle. Brot erzeugt. Die zweite Qualität bezeichnet man als „standard white bread“. Man benutzt bei seiner Herstellung Mehl, von dem man aus 100 Thln. Weizen 71,2 Thle. erhält und rechnet 130 Thle. Brot auf 100 Thle. Mehl. Endlich die dritte Qualität heißt „household bread“. Sie wird aus Mehl gebacken, welches 76,8 Proc. des Weizens enthält und von dem 100 Thle. 143,5 Thle. Brot liefern.

Feinere Brote werden in England allgemein in Blechformen gebacken (Tin loaf). Bei der Bereitung solchen Gebäckes benutzt man auch weniger die aus den Alebrauereien bezogene flüssige Bierhefe, sondern verwendet Preßhefe, welche aus Deutschland oder Holland eingeführt wird. Auch sogenannte Kunsthefe wird häufig gebraucht. Dieselbe besteht im Wesentlichen aus einem durch Zusatz von

Hefe in Gährung versetzten Mehlaufguß, dem manche Bäcker noch eine Abkochung von Hopfen zugeben.

Die Vorzüglichkeit des feineren englischen Brotes, namentlich aber auch wohl die Nachfrage nach solchem Brote durch die Fremden hat manche Pariser Bäcker dazu geführt, ein ähnliches Verfahren beim Backen anzuwenden, man hat sich aber nicht entschließen können, die einem reinen Brote entschieden fremden Stoffe, Kartoffeln und Rohrzucker, bei der Fermentbereitung zu verwenden. Diese modificirte englische Backmethode ist von Boland [1]) in folgender Weise geschildert.

Von je 100 l des zum Teigmachen bestimmten Wassers werden 80 zur Bereitung des geeigneten Fermentes verwendet. 22 l dieses Wassers werden in einem etwa 55 l fassenden Kessel zum Sieden erhitzt. Während der Zeit stellt man ein homogenes Gemisch von 11 Kg Mehl und 22 l kalten Wassers her und gießt nun dieses Gemisch in das siedende Wasser. Man rührt um, bis der Inhalt des Kessels zu einem dünnen Brei geworden ist. Dann wird der Kessel vom Feuer genommen und sein Inhalt in das noch übrige zur Fermentbildung bestimmte Wasser gegossen. Nur 1 l Wasser hat man reservirt und hat dasselbe benutzt, um 250 g trockene Bierhefe bei einer Temperatur von 25° C. anzurühren. Hat der heiße dünne Brei sich auf 25° C. abgekühlt, so siebt man 11 Kg Mehl auf seine Oberfläche, fügt die angerührte Hefe zu, mischt das Ganze innig und überläßt es sich selbst. Nach Verlauf einer Stunde wird die Gährung lebhaft. Man läßt die Flüssigkeit gähren, bis sie nach etwa 4 oder 5 Stunden einen süßen Geschmack erhalten hat. In diesem Zustande wird die gährende Flüssigkeit in den Backtrog gebracht, hier mit der zur Teigbildung bestimmten, zur Bereitung des Ferments nicht benutzten Wassermenge verdünnt, mit dem Rest des Mehles übersiebt und dieses nun eingeknetet. Der Teig wird behandelt wie gewöhnlich.

Man hat beobachtet, daß das in dieser Weise bereitete Brot 6 bis 7 Proc. Wasser mehr enthält, als das mit Sauerteig hergestellte.

Ueber die Art der Brotbereitung aus Maismehl in Amerika verdanke ich der Freundlichkeit des Herrn Guido Marx in Toledo (Ohio) folgende Mittheilungen. Ein eigentliches Brot wird aus reinem Maismehl nicht gebacken, dasselbe würde zu trocken sein, zu rasch altbacken werden; man bereitet daher in den Vereinigten Staaten von Nordamerika eine Art Kuchen unter der Bezeichnung „Johnny Cake“. Dieses Gebäck, in den meisten Haushaltungen dargestellt, ist die gewöhnliche Brotnahrung. Hefe oder Sauerteig wird dabei nicht benutzt. Man mischt gleiche Volumina Maismehl (Corn- oder Indian meal) und Sauermilch mit einander, fügt etwas gereinigte Pottasche (Saleratus) zu dem dünnen Teig oder dicken Brei, füllt diesen 1 bis 1,5 Zoll hoch in Backpfannen von Eisenblech und backt rasch. Die aus der Pottasche frei gemachte Kohlensäure lockert das Gebäck, es entsteht ein Kuchen von 2 bis 3 Zoll Höhe, der in der Regel noch warm gegessen wird.

Hier und da vermischt man das Maismehl mit Weizenmehl (flour). Z. B. ist eine Vorschrift für „steamed corn-bread“ folgende: 2 Vol. Mais-

[1]) l. c. 216.

mehl und 1 Vol. Weizenmehl werden mit 2 Vol. Sauermilch und 1/2 Vol. Syrup gemischt. Zu der Mischung setzt man Soda und Salz in richtigem Verhältniß [1]), läßt zwei Stunden bei mäßiger Temperatur aufgehen und backt schließlich 1 Stunde lang.

Brot, welches aus einem Gemisch von Mais und Weizenmehl unter Anwendung von Hefe hergestellt ist, ist sehr trocken, wenn nicht ganz frisch genossen. Solches Brot, welches freilich mehrfach gebacken wird, ist in Amerika nicht beliebt.

---

[1]) Bei dem mir übergebenen Recepte sind die obigen Volumina Tassen voll und wird dann auf das in den angedeuteten Verhältnissen hergestellte Gemisch „1 Eßlöffel" voll Soda und ebensoviel Salz zugesetzt.

Apparate für die Bäckerei.

1. Der Backtrog.

Bis vor kurzer Zeit wurden die Backtröge (Beuten) ausnahmslos aus Holz hergestellt. Am beliebtesten waren Tröge aus einem Stück, ausgehölte Eichenstämme, die häufig noch mit der Rinde versehen waren. Abgesehen davon, daß in neuerer Zeit der Preis entsprechender Baumstämme sehr hoch ist, brachte die Benutzung solcher Tröge aus einem Stück auch viele Unannehmlichkeiten mit sich. Selbst aus dem trockensten Holz hergestellt, bekommen diese Beuten nach längerem Gebrauch häufig Sprünge. Entstehen diese von außen, so lassen sie sich leicht durch Ausstopfen, Flicken, beseitigen. Befinden sich aber die Sprünge im Innern der Mulde, dann ist das Flicken immer nur ein schlechter Nothbehelf. Die einzusetzenden Holzstücke sind nur schwer vollkommen passend zu machen, kleine Zwischenräume entstehen, in denen Teigreste hängen bleiben, welche die eigene Verderbniß zu leicht auf den nachher im Backtrog bereiteten Teig übertragen. Aber selbst wenn diese Schwierigkeit vermieden wird, besitzen die eingeflickten Stücke nur sehr selten dieselbe Härte, wie das ursprüngliche Holz des Troges, die Wände arbeiten sich ungleichmäßig ab, es entstehen Erhöhungen und Vertiefungen, zwischen denen auch die nöthige sorgfältige Reinigung des Gefäßes schwer ist. Die Sprünge hat man zu vermeiden gesucht durch Zusammensetzung der Beuten aus verschiedenen Stücken vorher scharf getrockneten Holzes. Hier verursachten die scharfen Ecken Unannehmlichkeiten, in ihnen blieben nun sehr leicht Teigreste hängen.

Ueberhaupt ist Holz wohl als wenig zweckmäßiges Material für die Backtröge zu bezeichnen. Schon die Porosität dieses Körpers, welche ein tiefes Eindringen der gährenden Flüssigkeiten in die Substanz des Troges erleichtert, spricht gegen seine Verwendung.

Der erste Schritt zur Verbesserung dieser alten Tröge bestand darin, daß man ihre Innenwand mit Blech auskleidete. Weißblech und Zinkblech sind vorzugsweise in Anwendung gekommen. Die Reinlichkeit der Arbeit, das Sauberhalten des Troges war dadurch wesentlich erleichtert, aber ein solcher dünner Ueberzug der Holzwand besitzt nur geringe Widerstandskraft gegen die mechanische Abarbeitung, diese Holztröge mit Blechfütterung erwiesen sich nicht als dauerhaft.

Mit Recht hat man sich daher in neuester Zeit immer mehr den Beuten aus Eisen zugewendet. Sowohl aus Eisenguß als aus Eisenblech stellt man solche Apparate her.

Namentlich die letzteren, aus starkem Bessemer-Kesselblech ohne Naht in der Wölbung des Troges geschmiedet, haben vielfach wegen ihres geringeren Gewichtes Eingang gefunden.

Der Ankaufspreis solcher Beuten ist noch etwas höher, als der der hölzernen Backtröge, aber die viel größere Haltbarkeit, die längere Dauer dieser eisernen Mulden gleicht den Preis mehr als aus. Die Vorwürfe, die man zuerst wohl den eisernen Beuten gemacht hat, daß sie den Teig zu leicht abkühlen und daß sie sich leicht mit Rost überziehen, sind als nicht stichhaltig erkannt worden. Eisen ist freilich ein besserer Wärmeleiter, als Holz, es würde an kalte Luft leichter die Wärme des Teiges abgeben, als letzteres, aber man muß bedenken, daß der Teig kaum eine höhere Temperatur hat als das Backlocal, eine Fortführung der Wärme durch das Eisen kann also nicht gefürchtet werden. Die Rostbildung im Troge ist ebenfalls nicht als störend zu betrachten. Die Außenwand der Beute wird mit einem passenden Anstriche versehen, im Inneren hält man sie rein metallisch. Vor dem Gebrauche muß der Innenraum des Troges natürlich einer sorgfältigen Reinigung unterworfen werden. Am zweckmäßigsten ist es, die Oxydschicht, welche auf dem Eisen haftet und welche mechanisch nicht abgelöst werden kann, durch Säure zu entfernen.

Wenn man den Trog zuerst mit Sand ausscheuert, ihn dann mit Wasser füllt, in dieses 4 bis 6 Pfund Salzsäure gießt, und dieses Gemisch einige Tage in der Beute stehen läßt, wird die Innenwand derselben nach Ausleerung des sauren Wassers ganz blank erscheinen. Die noch an der Trogwandung hängende Säure muß sorgfältig entfernt werden. Man spült daher wiederholt mit reinem Wasser nach und scheuert die Wände des Troges mit Sand rein ab. Schließlich ist es gut, zur Entfernung von jeder fremden Substanz zuerst einen werthlosen Teig aus Kleie in dem Troge zu bereiten. Nach Entfernung dieses Teiges kann der Trog beliebig benutzt werden. Zweckmäßig ist es, um Rostbildung dauernd zu vermeiden, die Wand des Troges einzufetten. R. Uhl[1]) empfiehlt dazu ein Uebergießen mit warmem Schweinefett und Entfernung des überflüssigen Fettes durch Umherwälzen eines Teigstückes von 5 bis 10 Pfund im Troge. Wenn man den Backtrog regelmäßig gebraucht, wird er nie eine Rostbildung zeigen. Will man den Trog aber längere Zeit unbenutzt stehen lassen, so thut man gut, ihn mit Kalkmilch zu überstreichen. Unter dieser weißen Decke hält sich die Wandung der Beute vollständig metallisch, so daß ein einfaches Abwaschen mit Wasser genügt, um ihn zur Teigbereitung wieder vorzubereiten.

Die eisernen Backtröge werden auf Holzgestellen oder auch auf eisernen Böcken befestigt.

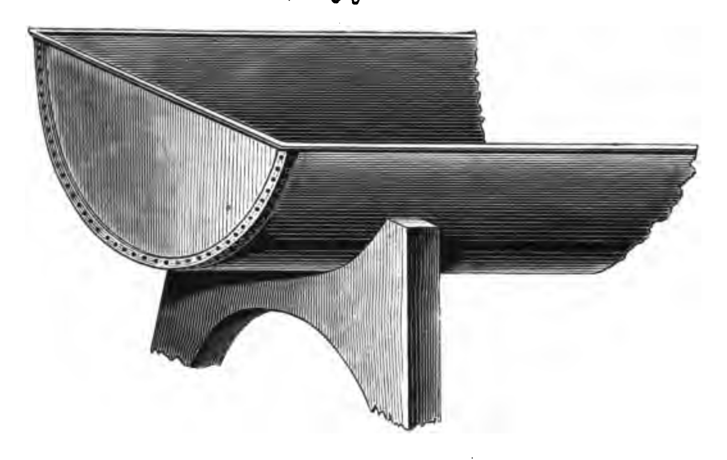
Sehr wichtig ist es, daß die Innenfläche dieser Tröge durchaus glatt ist, daß nicht etwa Niete im Innern des Troges Unebenheiten bedingen, es würden sonst leicht dieselben Uebelstände eintreten, die oben bei den Holzbeuten gerügt sind.

Sehr zweckmäßig ist die Einrichtung, welche ich in dem Geschäfte des Herrn Hofbäcker Schwindt in Carlsruhe zu sehen Gelegenheit hatte und von der die Fig. 26 (a. f. S.) eine Vorstellung giebt. Die Wölbung der Beute ist aus Kesselblech in einem Stücke gebogen, die oberen Ränder dieser Wölbung sind umgebogen und dadurch etwas verdickt. Dieser oben offene Halbcylinder ist an beiden Enden durch Verticalplatten von gleichem Material geschlossen. Die Verbindung der Stücke ist hergestellt durch eine halbkreisförmig gebogene Winkel-

[1]) Bäcker- und Conditor-Zeitung 1874, Nr. 24.

schiene, an welcher beide Theile durch Niete befestigt sind, deren Köpfe außen hervorstehen, während sie im Innern vollständig flach geschlagen sind. Diese Ver-

Fig. 26.



bindungsart bringt einen ganz dichten Schluß hervor, im Nothfalle könnte man durch einen harten Eisenkitt die Fuge noch verdichten.

In Wien haben sich nach R. Uhl solche Beuten bewährt, welche etwa 2,5 m Länge und 80 cm Breite besitzen.

2. Die Knetmaschinen.

Bei der Besprechung der verschiedenen Methoden der Brotbereitung wurde bisher fast ausschließlich die Handarbeit bei der Darstellung des Brotes berücksichtigt. Vielfach ist es aber auch versucht, diese Arbeit den Menschen abzunehmen und durch Maschinen ausführen zu lassen. Zahlreiche Gründe lassen sich anführen, welche die häufigere Benutzung solcher Knetmaschinen als im höchsten Grade wünschenswerth erscheinen lassen.

Das Kneten einer größeren Teigmasse ist eine ungemein schwere Arbeit, namentlich gegen das Ende der Teigbildung, wenn das Gemenge eine gewisse Consistenz angenommen hat, gehört zum Durchkneten der Füllung des Troges die volle Anstrengung eines kräftigen Mannes. Bezeichnend ist es, daß man in Frankreich den Arbeiter, der dieses letzte Kneten besorgt, „geindre“ nennt, nach dem Aechzen, das er bei dieser beschwerlichen Beschäftigung ausstößt. Wenn man bedenkt, daß bei dieser Arbeit der schwere, tiefe Athem nur in einer den Respirationsorganen gewiß nicht zuträglichen, von Mehlstaub erfüllten Atmosphäre geschöpft werden kann, so muß man zugeben, daß es eine Forderung der Humanität ist, den Arbeiter, wenn es irgend möglich ist, hier durch mechanische Vorrichtungen zu ersetzen. Noch in höherem Grade gilt das von den Frauen, denen auf dem Lande fast allgemein die Brotbereitung zufällt, und deren Kräfte der beschwerlichen Arbeit wohl selten in richtiger Weise gewachsen sind. In größeren ländlichen Haushaltungen würde

der Teig durch Einführung von Maschinen intensiver durchgearbeitet und das Brot entschieden wesentlich verbessert werden.

Auch eine Forderung der Reinlichkeit ist es, die Berührung der Teigmassen mit den Händen, oder bei sehr steifem Teige, z. B für den Pumpernickel in Westfalen, selbst mit den Füßen der Arbeiter, zu vermeiden. Wenn man hier nicht auf ganz besondere Aufmerksamkeit auf Sauberkeit rechnen darf, ist die hergebrachte Bearbeitung des Teiges mit den Händen geradezu ekelhaft zu nennen. Aber selbst wenn man auch voraussetzen wollte, daß jede Person, bevor sie an das Teigkneten geht, die Hände und Arme sorgfältig waschen wollte, so ist eine Vermischung des Teiges mit dem bei der anstrengenden Arbeit aus allen Poren ausbrechenden Schweiße nicht zu vermeiden.

Sodann muß man bedenken, daß der Besitzer einer Bäckerei durch Einführung von Maschinen unabhängiger wird von seinen Arbeitern, viel mehr in der Lage ist, stets ein gleich gutes, nach genauer Vorschrift bereitetes Brot zu liefern. Die Arbeiter sind verschieden kräftig, besorgen das Kneten nicht immer in ganz gleicher Weise; von der Kraft, von der Geschicklichkeit, vom guten Willen der Arbeiter hängt die Güte des Teiges, die Güte des Brotes ab. Die Besitzer einer Bäckerei werden, je mehr sie die Handarbeit aufgeben, desto mehr Herr in ihrem Geschäfte, das Publicum ist sicherer vor der Störung der Arbeit durch Unzufriedenheit und Arbeitseinstellung der Gehülfen. Auf der anderen Seite werden aber Gehülfen stets nothwendig sein, und gerade das Verhältniß von Arbeitgeber zu Arbeitnehmer wird dadurch zu allgemeiner Befriedigung geregelt werden, daß man letzteren, der Zeitrichtung folgend, eine mechanische Beschäftigung abnimmt und ihnen Muße läßt zu selbständigem, denkendem Arbeiten.

Mit der Einführung der Maschinen in das Bäckergewerbe wird dasselbe aufhören ein Handwerk zu sein, die Brotbereitung wird fabrikmäßig betrieben werden können. Das Brot wird dadurch besser und von jederzeit gleicher Qualität, ja auch billiger hergestellt werden können, als jetzt, wo die Geschicklichkeit des einzelnen Arbeiters maßgebend ist und natürlich einen hohen Lohn bedingt. Nach allgemeiner Einführung der Maschinen in den Bäckereien wird endlich der Fortschritt sich entwickeln können, den man so lange an dem Bäckergewerbe vermißt hat, das Jahrhunderte hindurch von den Fortschritten der Wissenschaft kaum berührt erschien.

Wenn trotz dieser Vortheile, welche die Einführung der mechanischen Einrichtungen, namentlich der Knetmaschinen, in die Bäckereien mit sich bringen würde, wenn trotz der zahlreichen in Vorschlag gebrachten Constructionen für Groß- und Kleinbetrieb, für steifen und flüssigen Teig &c. doch bis jetzt nur in größeren Backanstalten derartige Apparate gefunden werden, so drängt sich der Gedanke auf, daß außer dem zähen Festhalten am Althergebrachten, außer der Scheu der Producenten und Consumenten vor jeder Neuerung in allen die Nahrung des Menschen liefernden Gewerben, noch andere Gründe die Abneigung der Bäcker gegen die Benutzung der Knetmaschinen hervorbringen.

Manche von den Einwürfen, welche man gegen die Benutzung der Maschinen erhob, haben sich als nicht stichhaltig erwiesen. Genaue Versuche haben dargethan, daß die Ausbeute an Brot aus dem Mehle dieselbe bleibt, mag man mit Maschinen oder mit der Hand arbeiten; die Verunreinigung des Brotteiges durch Eisenoxyd

von den Wänden der eisernen Knetmaschinen ist nur denkbar bei unverantwortlich vernachlässigter Reinlichkeit. Auch der Vorwurf, daß das Brot aus dem mit Maschinen bei Luftabschluß gekneteten Teige weniger locker sei, trifft, wenn er überhaupt begründet ist, nur die wenigen Maschinen, die mit dicht geschlossenem Troge arbeiten.

Aber es ist nicht zu leugnen, daß die bisher empfohlenen Knetmaschinen den an sie gestellten Anforderungen nicht vollständig entsprochen haben. Betrachtet man die bei der Teigbildung vorzunehmenden verschiedenen Operationen, so leuchtet sofort ein, daß es schwer sein muß einen Mechanismus zu ersinnen, der alle die Manipulationen besorgen soll. Die Erzeugung eines durchaus klumpenfreien Breies bei der Vertheilung des Vorteiges im Wasser, die gleichmäßig gute Bearbeitung des immer consistenter werdenden Teiges, das Hin- und Herwenden, das Ausziehen, Zusammenfalten und Zusammenpressen des Teiges sind Operationen, die von demselben Mechanismus kaum zu leisten sind, namentlich wenn man bedenkt, daß die Maschine eine zuerst kleine, allmälig aber anwachsende Menge Teig zu bearbeiten hat. Es ist offenbar ein Fehler, den man meistens bisher begangen hat, mit einer Maschine die ganze Teigbildung vornehmen zu wollen. Verkehrt ist es, die Güte einer Maschine allein nach der Geschwindigkeit beurtheilen zu wollen, mit der sie die Teigbildung vollendet, die Herstellung des Teiges besteht nicht allein im Mischen der Ingredienzien.

Das Teigmachen ist eben eine nicht rein mechanische Operation. Das Gefühl des Bäckers ist häufig maßgebend. Er erkennt, ob er dem einen Mehle ebenso viel Wasser zusetzen darf, als dem anderen, er fühlt, ob es das Wasser leicht oder schwer absorbirt, ob der Kleber rasch oder langsam vom Wasser erweicht wird, rasch oder langsam den Teig zäh macht, er erkennt, ob die Gährung in richtiger Weise eintritt und verläuft, der Bäcker kann und muß danach die Operationen modificiren, beschleunigen oder abkürzen. Auch bei Benutzung der Knetmaschinen muß diese Ueberwachung der Teigbildung durch den denkenden Bäcker stattfinden, die Maschine muß so eingerichtet sein, daß diese Beaufsichtigung der verschiedenen Vorgänge möglich ist.

Wenn aber der Arbeiter durch die schwere körperliche Arbeit des Knetens nicht mehr in Anspruch genommen ist, wird er in höherem Grade den chemischen und physikalischen Processen während der Teigbildung seine Aufmerksamkeit zuwenden und nur bei dieser Verbindung der mechanischen Kraft mit der überlegenden Leitung des Bäckers wird es möglich sein, durch die Knetmaschinen die Handarbeit bei der Teigbereitung zu ersetzen.

Schließlich darf man nicht vergessen, daß es bisher kaum möglich war, außer dem Teigkneten eine andere Operation der Brotbereitung ganz durch Maschinen vorzunehmen, daß also die übrigen Arbeiten in den Bäckereien doch immer noch mit der Hand auszuführen sind. Ein Vortheil durch Ersparung an Arbeitskräften wird daher nur da erzielt werden können, wo größere Mengen desselben Brotes, größere Mengen desselben Teiges mit der Maschine bereitet werden können.

Die Knetmaschinen bestehen fast alle aus zwei Theilen, aus einem weiten, mehr oder weniger cylindrisch gestalteten Troge und aus einem in diesem Troge sich befindenden Rührwerke; man kann sie eintheilen in drei Classen, je nachdem der Trog feststeht und das Rührwerk sich bewegt, oder der Trog beweglich ist,

während das Rührwerk feststeht oder endlich beide Theile des Apparates ihre selbständige Bewegung haben. Dazu kommt dann eine vierte Classe von Knetmaschinen ohne Trog.

Eine vollkommene, allen Anforderungen entsprechende Knetmaschine ist bisher nicht bekannt geworden. Alle Constructionen der Art hier zu beschreiben ist nicht möglich, es muß genügen, wenn hier angedeutet wird, welche Principien man bei der Construction solcher Apparate bisher benutzte, wenn von den verschiedenen Classen der Knetmaschinen einige Hauptrepräsentanten geschildert werden.

Der erste Versuch, die Handarbeit beim Kneten des Teiges durch Maschinenarbeit zu ersetzen, wurde 1760 von Salignac gemacht. Die von ihm construirte Knetmaschine bestand aus einem Troge, in welchem sich eine Art Egge in einer Kreisbahn drehte und dabei den Teig durcharbeitete. Obgleich dieser Apparat vor einer Commission der Pariser Akademie in 14 bis 15 Minuten einen Teig erzeugte, der angeblich ein vorzügliches Brot lieferte, fand er doch ebenso wenig dauernde Anwendung, wie eine im folgenden Jahre von Cousin erdachte Einrichtung.

Die zuerst von der Praxis als brauchbar angenommene Knetmaschine wurde von Lembert erfunden und nach ihm Lembertine genannt. Seit dem Jahre 1796 beschäftigte sich Lembert, ein Bäcker in Paris, mit der Construction einer Knetmaschine, er trat aber erst mit seiner Erfindung hervor, als im Jahre 1810 die Société d'encouragement pour l'industrie nationale einen Preis von 1500 Francs aussetzte für die beste Maschine dieser Art. Nach eingehender Prüfung der eingelieferten Apparate wurde Lembert 1811 der Preis zuerkannt.

Die Lembertine zeichnet sich vortheilhaft aus durch die Einfachheit der Construction, durch die Leichtigkeit ihrer Behandlung und etwa nöthiger Reparaturen. In der ursprünglichen Gestalt war sie aber sehr unvollkommen und entsprach den Anforderungen an einen solchen Apparat sehr wenig. Sie bestand aus einem vierseitigen parallelepipedischen Troge aus hartem Holze, der gut verschlossen und um seine horizontale Achse gedreht werden konnte. In diesen Trog wurden Wasser und Mehl in gehörigem Verhältniß eingeführt und diese Materialien durch Umdrehung des Apparates innig gemischt. Durch Scheidewände, die man in den Kasten einschieben konnte, war man im Stande, von jeder Seite aus ein Drittel des Innenraumes abzuschließen, so daß für die verschiedenen Operationen, die Verdünnung des Vorteiges, das Einkneten des Mehles 2c., verschieden große Räume zur Verfügung standen. Der Apparat erreichte nichts anderes, als eine Mischung der Materialien, ein eigentliches Kneten fand nicht statt. Außerdem war die Reinigung der scharfen Winkel an dieser Maschine sehr schwer zu erreichen. Allgemeiner hat sich dieser Apparat erst eingebürgert in einer modificirten Form, welche ihm ein anderer Pariser Bäcker, Fontaine, 1835 gab. In dieser verbesserten Form mag die Maschine hier eingehender geschildert werden.

Fig. 27 zeigt eine äußere Längenansicht der Lembertine, Fig. 28 zeigt die Maschine von der Seite des Triebrades betrachtet, Fig. 29 giebt einen Vertical-Querschnitt durch den Cylinder, Fig. 30 einen Vertical-Längsschnitt durch den Apparat, endlich Fig. 31 giebt die Zeichnung des Horizontalschnittes in der Höhe des Deckels [1]).

[1]) Diese Zeichnungen sind entnommen aus Boulanger (Encyclopédie Roret).



Fig. 27.

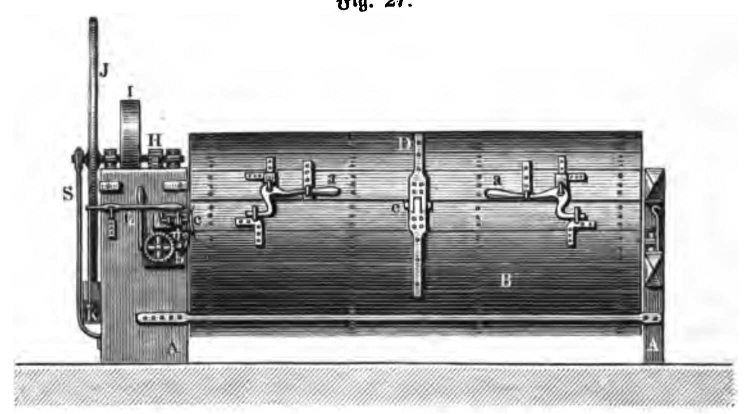


Fig. 28.

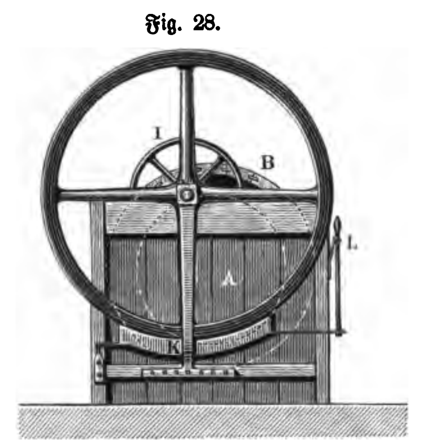


Fig. 29.

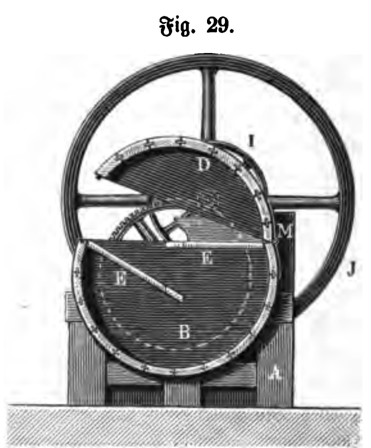
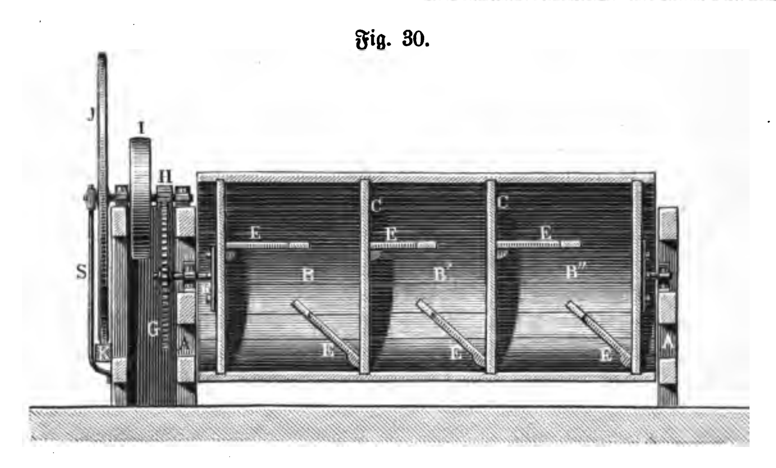


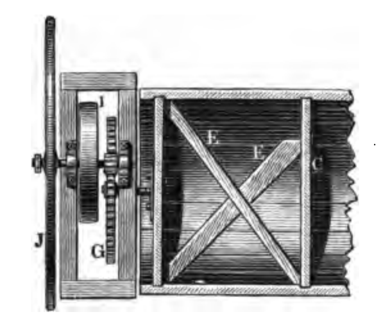
Fig. 30.



In allen Figuren bezeichnen dieselben Buchstaben dieselben Theile des Apparates.

Fontaine ersetzte den viereckigen Kasten der Lembertine durch einen um seine horizontale Axe sich drehenden Cylinder aus hartem Holz. Der Cylinder besteht aus zwei Theilen, der kleinere kann als Deckel auf dem größeren dicht befestigt werden. Der Innenraum des Cylinders ist durch senkrecht stehende Scheidewände in drei Abtheilungen zerlegt. In jede Abtheilung können zwei Bretter in einander kreuzender diagonaler Richtung eingeschoben werden, welche dazu dienen, den Teig während der Rotation des Cylinders aufzuhalten, ihn zu theilen und dadurch die Mischung inniger zu machen.

Fig. 31.



A ist ein aus Balken hergerichtetes Gestell, in welchem sich die Lager befinden, in denen die Zapfen *F* ruhen, um welche der Holzcylinder *B* sich dreht. Dieser Cylinder ist durch die Scheidewände *C C* in drei gegen einander abgeschlossene Behälter *B B′ B″* zerlegt. Der Deckel des Cylinders *D* ist in drei Charnieren *M* beweglich. Seine Befestigung auf dem unteren Theile des Cylinders wird durch die Riegel *a a* und den fest eingetriebenen Keil *e* gesichert. *E E* sind zwei in jeder Abtheilung des Cylinders anzubringende starke scharfkantig zugerichtete 5 cm breite Latten, die am einen Ende breit, am anderen schmaler sind. Diese Bretter können leicht aus den Abtheilungen entfernt und wieder eingesetzt werden. Das untere Holz in jedem Kasten ist diagonal durch den Behälter in der Richtung vom Boden zum Deckel des Cylinders gerichtet, das obere Holz kreuzt das untere unter einem Winkel von nahezu 90°, es steht horizontal unmittelbar unter dem Deckel und auch in diagonaler Richtung durch die betreffende Abtheilung.

Der Cylinder erhält seine Bewegung von der mit ihm in Verbindung stehenden Riemenscheibe *I*, welche auf eine liegende Welle aufgezogen ist. Diese Welle ruht auf der einen Seite auf der eisernen Säule *S*, auf der anderen in einem Lager auf dem Gestelle *A*, in der Mitte ist die Welle noch durch ein Gerüst unterstützt. Auf der Welle befindet sich außer der Riemenscheibe noch das Schwungrad *J* und das kleine Trieb *H*. Dieses greift in die Zähne eines Vorgeleges *G* ein, welches auf den an der linken Seite des Cylinders sich befindenden Zapfen *F* aufgezogen ist.

Um die Bewegung der Maschine rasch aufheben zu können, wenn der Riemen von der Scheibe *I* abgeschoben ist, ist eine Bremsvorrichtung angebracht. Der Hemmschuh *K* wird durch das Niederdrücken des Hebels *L* an das Schwungrad gepreßt und bringt dasselbe schnell zum Stillstand. *b* ist das Sperrrad eines Zählwerkes, welches die Anzahl der Umdrehungen des Cylinders controlirt. Bei jeder Umdrehung stößt der am Knetcylinder befestigte Bügel *c* an den federnden Keil und erlaubt dadurch dem Rade *b* sich um einen Zahn weiter zu drehen. Nach

einer bestimmten Anzahl von Umdrehungen läßt *b* eine Schelle ertönen, die in dem Gestelle *A* angebracht ist.

Der Cylinder einer solchen Maschine, welche in den drei Abtheilungen auf ein Mal 600 Kg Teig bearbeiten kann, ist 2,30 m lang und hat einen Durchmesser von 0,65 m. Die Latten in den Abtheilungen sind am Kreuzungspunkte 0,16 m von einander entfernt. Das Schwungrad eines solchen Apparates muß 1,46 m Durchmesser haben. Der Cylinder macht vier Umdrehungen in der Minute und ist im Stande 600 Kg Teig in 16 bis 18 Minuten zu liefern.

Der Betrieb der Maschine ist in kurzen Worten folgender: Die beiden Abtheilungen *B* und *B''* dienen zur Bereitung des Vorteiges, man trägt dazu in jeden Kasten, nachdem man die Latten eingesetzt hat:

125 Kg angefrischten Sauerteig,
67 „ Mehl
33 „ Wasser (im Sommer von 20°, im Winter von 25 bis 30° C.)

ein. Nun wird der Deckel dicht geschlossen und der Apparat in drehende Bewegung gesetzt. Der Teig wird dabei in dem Wasser und in dem Mehle umhergewälzt, nach kurzer Zeit ist das Gemenge homogen. Bei dieser Bewegung wird der Teig von den Latten aufgefangen, er gleitet von einer Latte auf die andere, wird dabei von ihnen zerrissen, zertheilt, so daß das zugesetzte Mehl und Wasser rasch auch in das Innere des Sauerteiges gelangen kann. Man erkennt, daß gerade diese Latten in ihrer verschiedenen Neigung geeignet erscheinen, eine lebhafte Bewegung des Teiges auch bei langsamer Drehung des Cylinders zu bewirken. Nach etwa sieben Minuten ertönt das Läutewerk. Der Aufseher hält die Maschine an und prüft den Teig. Etwa in den Ecken der Abtheilungen hängen gebliebener Teig wird mit der Hauptmasse vereinigt, je nach Bedürfniß Wasser oder Mehl zugesetzt, dann wird der Cylinder wieder geschlossen und aufs Neue in drehende Bewegung gesetzt. Während dieses Oeffnens hat auch die Luft Gelegenheit, den Innenraum des Cylinders wieder zu erfüllen, ein Vorgang, der von vielen Bäckern für sehr wichtig gehalten wird.

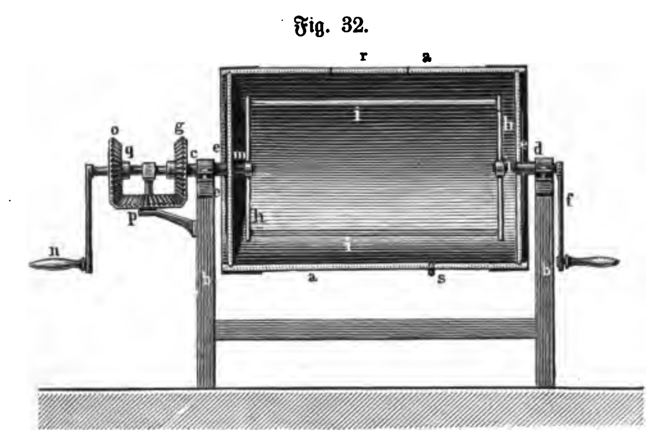
Nach etwa zehn Minuten erschallt das Signal wieder. Jetzt ist der Vorteig fertig. Es werden aus jeder Abtheilung *B* und *B''* je 75 Kg Vorteig herausgenommen und diese

150 Kg Vorteig mit
100 „ Mehl und
50 „ Wasser

in die mittlere Abtheilung *B'* gebracht. Gleichzeitig kommen in die Abtheilung *B* und *B''* wieder 50 Kg Mehl und 25 Kg Wasser. Nun setzt man die Maschine wieder in Gang, besichtigt nach sieben Minuten den Teig und hat nach weiteren zehn Minuten den Teig in *B'* fertig zum Auswirken. Er wird aus dieser Abtheilung herausgenommen, von *B* und *B''* kommen wieder je 75 Kg Vorteig mit 100 Kg Mehl und 50 Kg Wasser nach *B'*, während in *B* und *B''* wieder wie oben der Vorteig bereitet wird und so fort.

Dieser Lembertine sehr ähnlich in der Construction, aber ungleich kräftiger in der Wirkung ist die **Knetmaschine von Clayton**. Auch sie besteht aus einem rotirenden Cylinder, in welchem die Mischung des Teiges besorgt wird, aber in diesem Cylinder befindet sich ein Rührwerk mit selbständiger Bewegung. Durch Drehung des Cylinders für sich oder des Rührwerks für sich oder durch Combination der Drehung des Cylinders und des Rührwerks läßt sich die mannigfachste Bewegung der Teigmasse hervorbringen. Fig. 32 [1]) zeigt diesen Apparat im

Fig. 32.



Vertical-Längsschnitt, den Bewegungsmechanismus in Ansicht. Der eiserne Cylinder *a a* ruht auf dem Gestell *bb* durch die hohlen Rohrstutzen *c* und *d*, die an den verticalen Wänden des Cylinders bei *ee* gehörig verstärkt auslaufen. Der Rohrstutzen *d* ist mit der Kurbel *f* fest verbunden. Durch die Oeffnungen dieser Rohrstutzen gehen die Zapfen *m* und *l*, welche das Rührwerk tragen, das aus den Eisenstäben *h h* und den die Enden dieser Stäbe verbindenden Messern *ii* besteht. Das Rührwerk bildet also in der Zeichnung ein Viereck, bei manchen solchen Apparaten besteht es auch aus einem Gitter von mit Messern besetzten Eisenstäben. Auf der linken Seite des Cylinders erhält dieser, so wie das Rührwerk seine Bewegung durch die in einander eingreifenden Räder *o p* und *g*. *g* ist auf dem Rohrstutzen *c* befestigt, welcher den Cylinder trägt, *o* dagegen, sowie die Kurbel *n* sitzen auf dem Zapfen *m*, der durch den Rohrstutzen *c* hindurch geht und an dem Rührwerk befestigt ist. Das Rad *o* ist nicht fest mit dem Zapfen *m* verbunden, durch eine Schraube bei *q* kann es darauf befestigt oder von demselben losgelöst werden. Auf der rechten Seite des Cylinders ruht der kurze Zapfen *l* in der Höhlung des Rohrstutzen *d*.

Die Bewegung des Apparates ist nun leicht zu verstehen. Ist das Rad *o* durch *q* fest auf *m* angezogen, so daß es in *p* eingreift und dreht man die Kurbel *n*, so wird durch diese zunächst das Rührwerk in Thätigkeit gesetzt. Der Zapfen *m* des Rührwerkes aber überträgt die Bewegung durch *o* und *p* auch auf das Zahn-

[1]) Aus Boulanger.

rad *g* und damit auf den äußeren cylindrischen Trog. Dreht man also bei dieser Anordnung die Kurbel *n*, so bewegen sich Cylinder und Rührwerk, natürlich in entgegengesetztem Sinne. Dieselbe Bewegung ist auch durch Drehen an der Kurbel *f* zu erreichen, wenn *o* durch *q* fest auf *m* angebracht ist. Zwei Arbeiter können gleichzeitig an den Kurbeln drehen und so die Bewegung gemeinschaftlich besorgen. Löst man die Schraube *q* und schiebt das Rad *o* so weit zurück, daß es in *p* nicht eingreifen kann, so bewegt man durch Drehung der Kurbel *n* allein das Rührwerk, während der Cylinder stillsteht. Dreht man aber, während *q* gelöst ist an der Kurbel *f*, so bewegt sich allein der äußere Cylinder, während das Rührwerk ruht. In diesem Falle ist es gut, die Kurbel *n* so zu befestigen, daß das Rührwerk nicht etwa durch die Reibung des Teiges von demselben mitgerissen wird.

Um Teig zu machen führt man durch die fest verschließbare Oeffnung *r* Wasser, Sauerteig oder Hefe und Mehl ein, um den Vorteig zu bilden. Nach einigen Minuten, wenn die gleichmäßige Mischung dieser Materialien erreicht ist, läßt man den Apparat einige Zeit ruhen, damit die Gährung genügend vorschreitet. Sodann fügt man die nöthige Menge Wasser und Salz zu, verdünnt durch Drehung der Maschine den Vorteig gehörig durch das zugesetzte Wasser und bringt zuletzt die Mehlmenge hinzu, welche nöthig ist, um einen Teig von richtiger Beschaffenheit zu erhalten. Während der Arbeit muß man der durch die Gährung erzeugten Kohlensäure von Zeit zu Zeit durch Heben des Stopfens *s* Gelegenheit geben, zu entweichen. Wenn die Mischung vollständig homogen und genügend zäh geworden ist, öffnet man den Deckel *r*, läßt den Teig einige Zeit im Cylinder ruhen und wenn er richtig aufgegangen ist, wird er durch die Oeffnung *r* herausgeschafft, um nun sofort ausgewirkt und gebacken zu werden.

Die bisher beschriebenen Maschinen haben den großen Fehler, daß sie dicht geschlossen sind, während man den Teig in ihnen bereitet. Wie oben angedeutet, waren besondere Vorsichtmaßregeln (z. B. das Anbringen von Läutewerken) nöthig, um den Arbeiter aufmerksam auf den Zeitpunkt zu machen, in dem eine Besichtigung, eine Prüfung des Teiges, eine Erneuerung des Zusatzes an Mehl und Wasser ꝛc. vorgenommen werden muß. In den geschlossenen Cylindern war also die Verfolgung der Teigbildung sehr erschwert. Außerdem haben diese Maschinen den Fehler, daß sie den Teig von der Luft abschließen. Von den meisten Bäckern wird es, gewiß nicht mit Unrecht, für sehr wesentlich gehalten, daß dem Teig eine gewisse Menge von Luft eingeknetet wird, die zur Lockerung des Brotes, vielleicht auch zur Belebung der Gährung beiträgt.

Die meisten der im Folgenden beschriebenen Knetmaschinen benutzen unter gehöriger Würdigung dieser Verhältnisse einen oben offenen Trog von verschiedener Gestalt.

Eine auch in Deutschland viel angewendete Maschine ist die von Boland[1]). Fig. 33, 34, 35 und 36 geben von dem Apparate eine Vorstellung. Fig. 33 zeigt einen Vertical-Längsschnitt durch die Maschine, Fig. 34 eine Ansicht von oben, Fig. 35 und 36 die Ansicht der beiden schmalen Seiten. In

[1]) Aus Boulanger (Encyclopédie Roret).

allen Figuren sind dieselben Theile des Apparates mit denselben Buchstaben bezeichnet.

Der auf dem Gestelle *B* ruhende Trog ist ein aus Eisenblech hergestellter oben offener, an beiden Seiten durch Verticalwände geschlossener Cylinder von halbkreisförmigem Querschnitt.

Fig. 33.

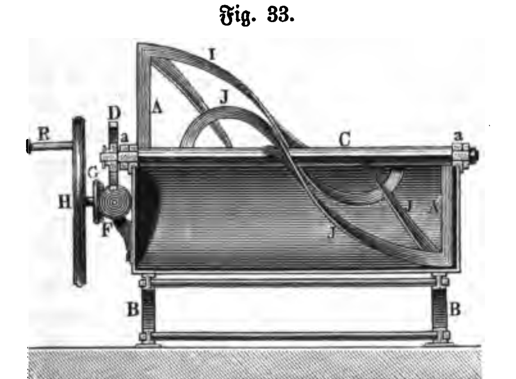
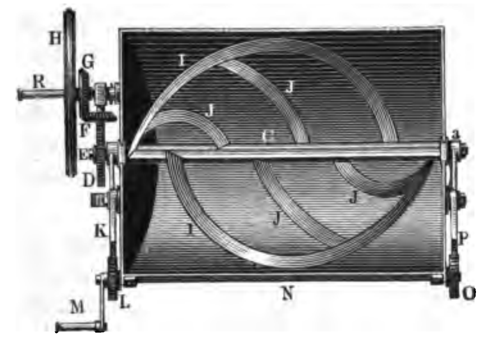


Fig. 34.



Der Länge nach liegt über diesem Troge eine sechseckige Axe *C* aus Eisenguß, welche sich in den Lagern *aa* dreht, die in der Mitte der oberen Kanten der Seitenwände des Troges sich befinden. Diese Lager sind außerhalb des Troges angebracht, damit von ihnen kein Schmieröl in den Teig gelangen kann. Die Axe wird gedreht durch das Zahnrad *D*, welches seinerseits wieder die Bewegung erhält durch die Schnecke *E*. Auf der Axe dieser Schnecke befindet sich das konische Rad *F*, welches mit seinen Zähnen in das ebenfalls konische Rad *G* eingreift. Mit diesem auf derselben Axe steht das Schwung=

Fig. 35.

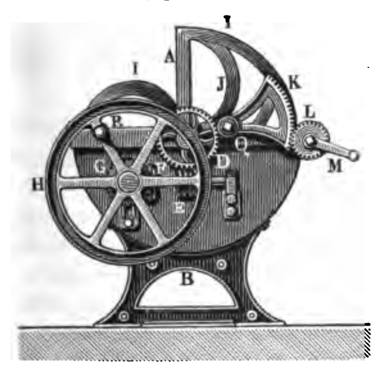
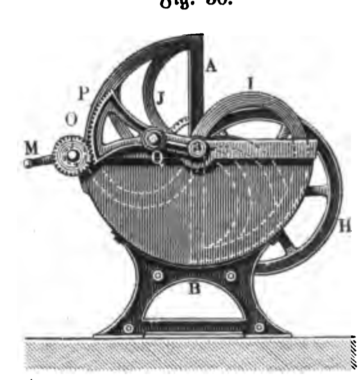


Fig. 36.



rad *H*, welches vom Arbeiter unter Benutzung des Handgriffs *R* oder von einem Motor in Drehung gesetzt wird. In dieser Weise wird die Axe des Rührwerks in Bewegung gesetzt, welches in dem Troge sich befindet.

Dieses Knetwerk besteht zunächst aus zwei starken radial, also senkrecht zur Axe und zwar in einander entgegengesetztem Sinne gerichteten Armen *AA'*, welche so nahe an den ebenen senkrechten Wänden des Troges sich bewegen, daß sie von diesen Wänden in Folge der schiefen Richtung ihrer Flächen den Teig ablösen. An die äußeren Enden dieser Arme schließen sich schraubenförmig gebogene, aus Eisenblech hergestellte Windungen *I* und *I* an. Diese Windungen gehen von den Enden von *A* und *A'* aus, stehen zunächst der gekrümmten Wand des Troges dicht gegenüber und reichen nicht ganz bis an das andere Ende der Axe. Sie endigen aber selbst schließlich in der Axe und sind mit dieser durch ebenfalls gebogene Arme *J* verbunden. Bemerkenswerth ist, daß alle Theile des Knetwerkes schräg gegen den Teig gestellt sind unter einem Winkel von 45°, sie schlagen den Teig nie, sondern dringen mit der schmalen Seite in ihn ein, heben ihn dann mit der Fläche und rollen sich gegenseitig den Teig zu. Die Arme *AA'* lösen den Teig abwechselnd von den Wänden des Troges ab und die gebogenen Theile des Knetwerkes wälzen ihn dann hin und her, von einem Ende der Maschine zum anderen. Währendem schneiden die Arme *J* in den Teig ein, dehnen und ziehen ihn in gehöriger Weise ohne ihn gewaltsam zu zerreißen. Diese Maschine zeichnet sich vor anderen aus durch vorsichtige Behandlung des Teiges, sie läßt ihn stets als ganze Masse zusammen. Sie eignet sich besonders da, wo das kleberarme Mehl an sich keinen zähen Teig liefert und man natürlich allen Grund hat die geringe Elasticität des Gemisches nicht durch ein gewaltsames Zertheilen und Zerrühren des Teiges zu vermindern. Namentlich in Fabriken von Roggenbrot soll diese Maschine vorzügliche Dienste leisten.

Wenn der Teig fertig ist, muß er aus dem Troge herausgeschafft werden. Dazu ist eine Vorrichtung vorgesehen, mit deren Hülfe das ganze Knetwerk aus dem Troge gehoben werden kann. Die Axe *C* lagert an ihren beiden Enden bei *a* und *a* in Hebeln, die ihren Drehpunkt am Troge bei *Q* haben und an den von der Axe *C* abgewendeten Enden mit Zahnradsectoren *K* und *P* versehen sind. Durch Bewegung der Kurbel *M* werden an beiden Seiten des Troges die auf eine Welle *N* aufgezogenen Zahnräder *L* und *O* in Drehung versetzt, diese greifen in die Zähne der Zahnradsectoren ein und drehen den Hebel so, daß die Achse *C* und mit ihm das ganze Knetwerk in die Höhe gehoben wird.

Dieser Mechanismus zur Entfernung des Knetwerkes ist etwas complicirt, es ist daher als Fortschritt zu bezeichnen, daß Boland in neuerer Zeit dem Apparate eine etwas andere Einrichtung gegeben hat, welche diese Hebel mit den Zahnradsectoren entbehrlich macht. Der Trog ist um seine Längsaxe beweglich gemacht. Ist der Teig fertig, so braucht man den Trog nur zu neigen, die Arme des Knetwerkes werfen dann von selbst das homogene Gemenge aus ihm in die untergestellten Transportgefäße. Bei dieser neuen Construction, die durch die Fig. 37 und 38 veranschaulicht ist, ist auch die feste Axe des Knetwerkes fortgelassen, an der sehr häufig Teig hängen blieb.

Der Trog muß, um eine Teigmasse von 300 Kg fassen zu können 1,3 m lang sein und muß 0,897 m Durchmesser besitzen.

Fig. 37.

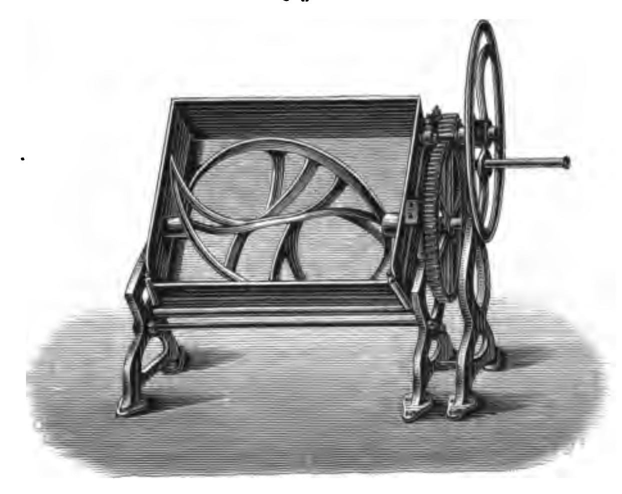
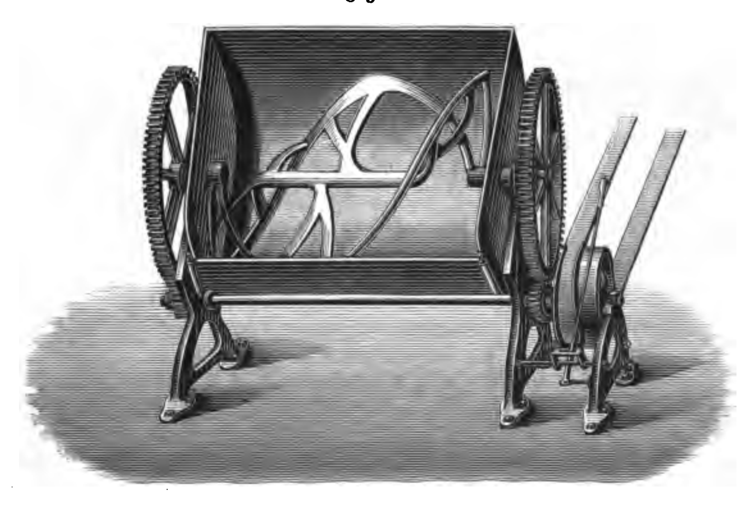


Fig. 38.



Während eine solche Maschine für gewöhnliche Bäckereien ausreicht, hat Boland für größere Fabriken auch solche Apparate construirt, die bis zu 2000 Kg Teig fassen können. Maschinen, welche 350 Kg Teig zu fassen vermögen, kosten 1400 frcs, kleinere, für Handbetrieb eingerichtete zu 150 und 80 Kg Teig, kosten 800 resp. 350 frcs.

Sehr häufig benutzt wurde die **Knetmaschine von Rolland**, welche dieser Pariser Bäcker zuerst bei Gelegenheit der Weltausstellung in Paris im Jahre 1855 öffentlich vorführte [1]).

Dieser Apparat hat das gemeinschaftlich mit der älteren Maschine von **Boland**, daß er ein bewegliches Rührwerk in einem feststehenden Troge enthält. Dieser Trog ist auch hier ein oben offener Cylinder von nahezu halbkreisförmigem Querschnitt, das Knetwerk ist aber ganz anders gestaltet, als bei den Knetapparaten von **Boland**.

Die Figuren 39, 40 und 41 geben ein Bild von der Einrichtung der **Rolland'schen** Knetmaschine. Fig. 39 zeigt eine Längenansicht des Apparates,

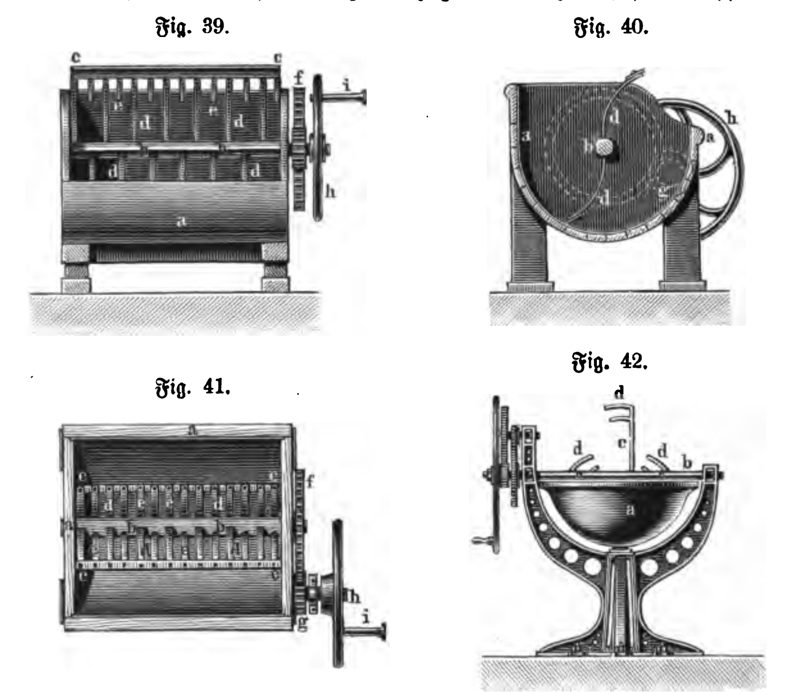


Fig. 40 einen Verticalquerschnitt, Fig. 41 zeigt die Ansicht der Maschine von oben. Dieselben Theile sind in den Zeichnungen mit denselben Buchstaben benannt.

In dem aus Holz hergestellten, mit Weißblech ausgeschlagenen oder auch aus Eisenguß bestehenden Troge *aa* wird die Welle *b* durch Drehung des Schwungrades *h*, dessen Bewegung durch das Trieb *g* auf das an der Axe *b* befestigte

[1]) Dingl. pol. J. 125, 303; Boulanger (Encyclopédie Roret); Nouveaux appareils de panification, pétrins mécaniques, four à air chaud et à sole tournant. S'adresser à M. Lesobre cessionaire des brevets Rolland, Paris, Rue de la vieille Estrapade No. 17.

Zahnrad *f* übertragen wird, in rotirende Bewegung gesetzt. An dieser Welle sind nun zwei Reihen von gebogenen Armen so angebracht, daß die beiden Systeme die Form eines *ʃ* bilden. Die Arme dieser Vorrichtung besitzen verschiedene Länge, abwechselnd sind lange und kurze Arme so neben einander gestellt, daß die langen Arme *d* die Axe *b* mit den Schienen *cc* verbinden, die kurzen Arme *e* aber nur an diesen Schienen befestigt sind. Zugleich sind die Arme so angeordnet, daß jedesmal einem langen Arme *d* in einer Richtung auf der entgegengesetzten Seite der Axe ein kurzer Arm *e* entspricht.

Rolland hat behauptet, mit dieser Maschine in der Zeit von 20 Minuten 200 Kg Mehl in einen durchaus homogenen Teig verwandeln zu können. Diese Angaben fanden sich aber nicht bestätigt. Ein Artikel der Zeitschrift „Technologiste", welcher die mechanischen Knetwerke der Ausstellung von 1855 besprach, deutete darauf hin, daß namentlich die Verdünnung des Vorteiges mit Wasser nicht gehörig erreicht würde durch diesen Apparat von Rolland, es sei häufig nöthig, nach einigen Minuten die Maschine stillstehen zu lassen, um mit einem Spatel die unvollkommene Mischung der Bestandtheile zu ergänzen. Das Einkneten des Mehles in den mit Wasser verdünnten Vorteig soll die Maschine besser besorgen, aber das nachherige Durchkneten, Hin- und Herwenden des Teiges, das Ausziehen und Wiedervereinigen desselben soll sie nur mangelhaft erreichen lassen.

Rolland selbst giebt jetzt zu, daß diese seine erste Maschine nur für die Herstellung von dünnem Teige zu verwenden sei. Er construirte eine Modification seines Apparates, die in Fig. 42 abgebildet ist. Den cylindrischen Trog ersetzte er durch eine aus Gußeisen hergestellte halbkugelförmige Schale *a*. Zur Erleichterung der Entleerung des Apparates ist an dem Boden eine fest zu verschließende Oeffnung vorgesehen. Außerdem ist der Trog mit dem Knetwerke nicht fest verbunden, sondern er kann unter der frei über ihm stehenden Axe *b* fortgenommen werden. An dieser Welle befinden sich Arme *c*, welche senkrecht zur Axe stehen und bei der Drehung der Axe durch den halbkugelförmigen Trog bewegt werden. Auf diese einfachen Arme *c* sind je nach der Consistenz des zu erzeugenden Teiges ein oder mehrere Querstücke *d* zu befestigen, welche bei der Bewegung der Maschine wie die Finger des Kneters auf den Teig einwirken sollen.

Ueber die Dimensionen dieses neuen Apparates giebt Rolland in seiner Beschreibung nichts an, er erwähnt nur, daß in der Zeit von 20 bis 25 Minuten eine beliebige Menge Teig von 20 bis 400 Kg in demselben hergerichtet werden kann. Es wird vorgeschrieben, daß man zuerst den Vorteig mit warmem Wasser in der Maschine verdünnt, dann Mehl und Wasser portionenweise zusetzt, bis der Teig die richtige Consistenz besitzt. Die Maschine macht 7 bis 8 Umdrehungen in der Minute. Nach 20 bis 25 Minuten ist der Teig fertig, sehr elastisch und homogen, haftet nicht mehr an der Hand bei der Berührung. Man läßt nun den Teig aus der unteren Oeffnung des Troges austreten, hält in demselben nur die Menge zurück, die als Sauerteig für die nächste Teigmenge dienen soll. Ein solcher Apparat reicht vollständig aus, um den Teig für zwei continuirlich backende Oefen zu liefern.

Die Knetmaschine von Sezille[1]) hat sich die Aufgabe gestellt, mit möglichst wenig Kraftaufwand das Kneten des Teiges zu besorgen. Bei den bisher beschriebenen Maschinen war der benutzte Motor immer gezwungen, die ganze Teigmasse in Bewegung zu setzen, Sezille hat das durch folgende Einrichtung unnöthig gemacht.

Fig. 43 zeigt eine Längenansicht des Apparates, Fig. 44 die Ansicht von

Fig. 43.

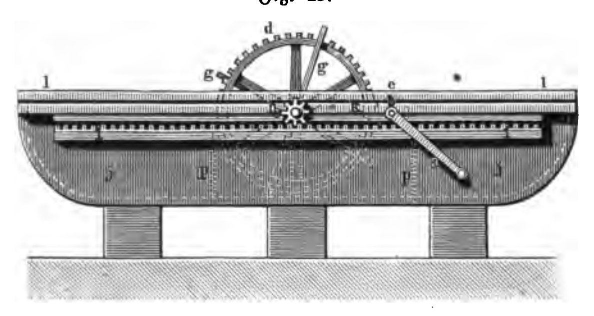
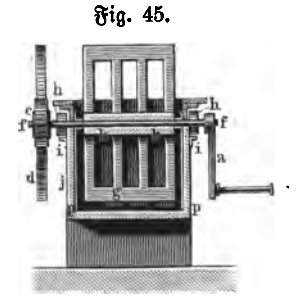


Fig. 44.

oben, Fig. 45 einen Verticalquerschnitt. In allen Figuren bezeichnen dieselben Buchstaben dieselben Theile der Einrichtung.

Die Maschine besteht aus einem langen, an den Enden abgerundeten Troge *j*, in welchem das Knetwerk *g* hin und hergerollt wird. Durch Drehung der

Fig. 45.



Kurbel *a* oder durch Angriff eines mechanischen Motors an Stelle der Kurbel wird die Welle *b* in rotirende Bewegung gesetzt. Auf diese Welle *b* ist das Zahnrad *c* aufgezogen, welches in die Zähne des großen mit dem Knetwerk *g* auf derselben Axe *f* befestigten Rades *d* eingreift. Auf beiden Seiten des Troges sitzen auf dieser Welle *f* Zahnräder *h* und *h*, welche in die auf dem Längsrande des Troges befestigten Zahnstangen *ii* eingreifend, die Hin-

[1]) Boulanger (Encyclopédie Roret).

und Herbewegung des Knetwerkes in dem Troge vermitteln. Die beiden Wellen *b* und *f* sind mit einander verbunden durch die Stangen *k*, welche in durch Winkeleisen begrenzte Spalten *l* auf beiden Längsseiten des Troges gleiten. Die Stangen *k* verschließen zugleich die Spalten *l* so, daß kein Teig durch dieselben austreten kann. Endlich tragen die Stangen *k* an ihren Enden im Innern des Troges Schaber *pp*, welche den an der Wand des Troges anhaftenden Teig abkratzen.

Die Zahnstangen und die kleinen Zahnräder sind durch eine Schutzplatte *n* bedeckt. Das Knetwerk kann aus einer Walze, einem oder mehreren auf dieselbe Welle gezogenen Cylindern oder endlich, wie es in der Figur angedeutet ist, aus einem System von mit einander verbundenen Armen *g* bestehen. Dieses Knetwerk hat eine zweifache Bewegung, es dreht sich um seine Axe und rollt zugleich auf dem Rande des Troges hin. Dabei drücken seine Arme zunächst den Teig zusammen, nehmen aber nachher Stücke von dem Teige mit sich. Diese an den äußeren Enden der Knetarme hängenden Teigklumpen werden nun jedesmal einem Drucke ausgesetzt, welcher genügt, um sie zusammenzupressen oder aber ein Zerreißen der Teigmasse zu veranlassen. Auf die Welle *b* ist nämlich eine Holzwalze aufgezogen, deren Peripherie von den äußersten Enden der Knetarme so weit entfernt ist, daß die von letzteren gehobenen Teigstücke unter leichtem Druck durch den Zwischenraum zwischen beiden hindurchtreten können. Die Walze *b* dreht sich natürlich in entgegengesetztem Sinne, als das Knetwerk *g*, eine Anordnung, die der kräftigen Bearbeitung des Teiges sehr zu statten kommt.

Wenn Mehl und Wasser in dem Troge sich befinden, wird die Mischung desselben an einem Ende des Troges begonnen, indem man hier das Knetwerk einige Zeit mittelst einer Viertelumdrehung hin und her bewegt. Darauf läßt man den Knetapparat etwas weiter rollen, wiederholt hier wieder die Hin- und Herbewegung und fährt so fort, bis eine gehörige Benetzung des Mehles durch das Wasser erreicht ist. Dann setzt man das Knetwerk in vollständige Rotation und beendet in der oben angedeuteten Weise die Teigbereitung.

Disdier in Marseille hat sich im Jahre 1846 einen ähnlichen Mechanismus patentiren lassen. Auch bei dieser Knetmaschine dreht sich eine quer in einen langen Trog eingesetzte mit Zapfen armirte Walze. Bei diesem Apparate sind die Lager der Walze fest, sie befinden sich außerhalb des Troges, über dessen Längswänden. Die Zahnräder, welche auch hier auf beiden Seiten der Walzenaxe aufgezogen sind, greifen in Zahnstangen am oberen Rande des Troges ein und schieben den auf Rollen gleitenden Trog hin und her unter der rotirenden Walze. Der Boden des Troges ist mit ähnlichen Zähnen versehen, wie die Walze, die Ansätze der beiden Theile der Maschine sind wechselständig gestellt, so daß die Zähne der Walze zwischen die Zapfen des Trogbodens eingreifen. Die Einrichtung übt natürlich einen starken Druck auf die einzelnen Teigtheilchen aus und zerreißt den Teig sehr leicht. Für gewöhnliches Brot kann daher der Teig in dieser Maschine kaum hergestellt werden, sie ist auch speciell bestimmt für die Mischung des sehr consistenten Teiges für Schiffszwieback oder Biscuits.

Jeep [1]) beschreibt eine von dem Maschinenfabrikanten Wansford in Crefeld für die Bereitung des steifen Pumpernickelteiges construirte Knetmaschine in folgender Weise: Ein auf ein Paar Füßen befestigter horizontal liegender Cylinder von Gußeisen ist auf der einen Seite mit einem Bocke versehen, durch welchen eine Welle gesteckt ist. Am anderen Ende liegt die Welle in einem vorgeschraubten Stege, so daß neben demselben Oeffnungen bleiben, ähnlich wie bei den Ziegelmaschinen, durch welche der Teig austreten kann. Vor diesem Stege, mit dem Cylinder verbunden, befindet sich ein konischer Ansatz von Blech, welcher sich auf den dem Querschnitte des Brotes entsprechenden Durchmesser zusammenzieht. Der Teig muß dann durch diesen Ansatz gehen und kommt in der Stärke aus der Maschine, welche diesem entspricht, wird daselbst abgeschnitten und bei Seite gelegt, um durch nachheriges Pressen eine viereckige Form zu erhalten.

An den inneren Seiten des Hauptcylinders entlang sind Schlitze angebracht, in welche Messer gesteckt werden. Auf der durch den Cylinder gehenden Welle befinden sich ebenfalls Messer, welche so geschliffen sind, daß sie von dem in der Maschine befindlichen Teige ein Stück abschneiden, dieses nach dem Ausgange hindrücken, gleichzeitig aber in Verbindung mit den seitlich angebrachten Messern zerreiben und dadurch unter einander kneten. Damit nun das Abschneiden und Durchkneten allmälig durch den ganzen Cylinder vor sich gehen kann, sind die Messer schraubenförmig auf der Welle vertheilt und zwar so, daß sie ungefähr zwei Schraubenwindungen beschreiben.

An dem dem Ausgange des Teiges entgegengesetzten Ende des Cylinders ist der Einfülltrichter, in welchen das mit Wasser und Sauerteig vermischte Mehl gegeben wird. Die rotirende Bewegung der Messerwelle erfolgt durch irgend eine Vorrichtung mittelst Räder und Riemen. Als zweckmäßig hierzu hat sich ein Laufrad erwiesen, welches durch einen Esel oder — durch ein Paar Lehrjungen (!!!) in Bewegung gesetzt wird.

Die Maschine hat 28 bis 30 Messer auf der Welle, von denen jedes 13 mm dick ist und 2 cm Zwischenraum zwischen sich und seinem Nachbar läßt. Der Durchmesser des Hauptcylinders ist für die am Rhein üblichen Brotsorten etwa 20 bis 21 cm und die Welle macht mit den Messern 25 bis 30 Umdrehungen in der Minute.

Den Gedanken, den Teig in ähnlicher Weise zu behandeln wie den Thon in den Ziegelpressen hat man in sehr rationeller Weise weiter verfolgt in der Bäckerei der Gußstahlfabrik von Fr. Krupp in Essen. Der außerordentlichen Freundlichkeit des Herrn Max Uhlenhaut, Ingenieur in dem genannten Etablissement, verdanke ich die folgenden Zeichnungen und Beschreibungen der dort benutzten Maschinen.

Fig. 46, 47, 48 und 49 geben eine Vorstellung von der Knetmaschine für Schwarzbrot. In allen Zeichnungen sind dieselben Theile des Apparates mit denselben Buchstaben benannt. Fig. 46 zeigt einen Verticalschnitt durch die Maschine, Fig. 47 bietet eine äußere Ansicht derselben, und zwar bildet die Fläche,

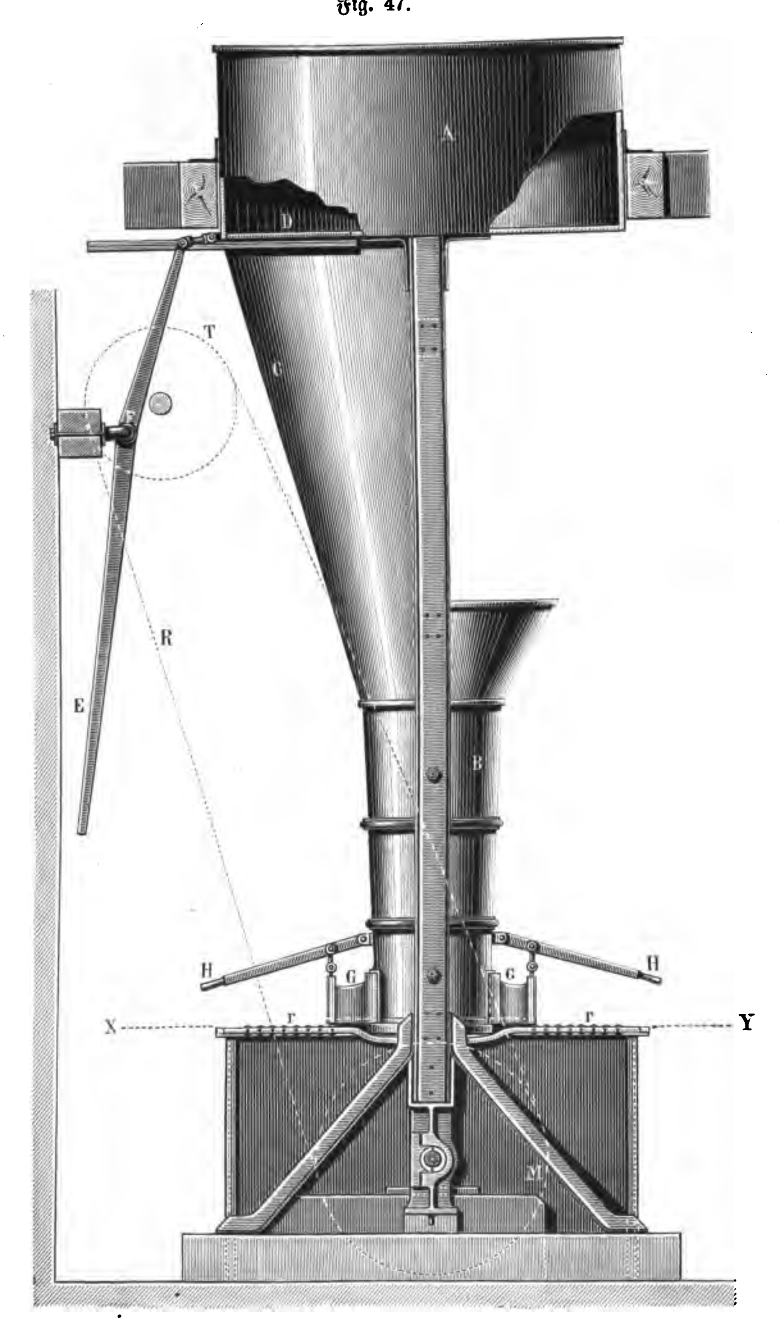
---

[1]) Dingl. pol. Journ. 162, 114. Stohmann in Muspratt's Chemie.

Fig. 46.



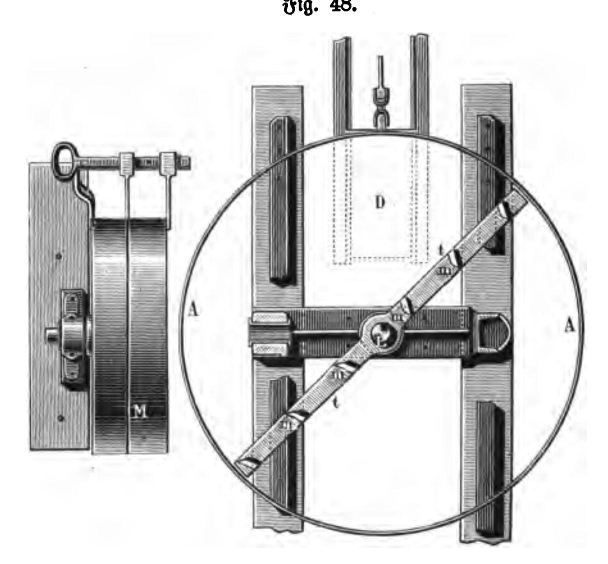
Fig. 47.



in der Fig. 47 liegt, einen Winkel von 90° mit der Schnittfläche von Fig. 46. Fig. 48 erlaubt einen Blick auf die Maschine von oben, endlich Fig. 49 zeigt einen Schnitt in der Richtung *X Y* in Fig. 47.

Die Maschine besteht aus zwei Theilen, welche in zwei übereinander liegenden Stockwerken sich befinden. Im oberen Stockwerke ist der Mischkessel *A* aufgestellt, im unteren die eigentliche Knetmaschine *B*. In dem Mischkessel, einem

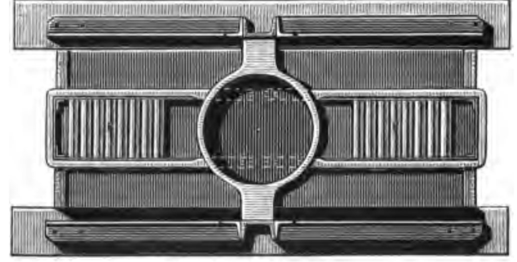
Fig. 48.



aus Eisen hergestellten cylindrischen Gefäße von 1,600 m Weite und 0,770 m Höhe befinden sich unmittelbar über dem Boden und dicht unter dem oberen Rande Rührarme *t t*, welche durch die schräg gestellten Messer *m* mit einander verbunden sind. Dieses Rührwerk kann durch Drehung der vertical stehenden Welle *L*

Fig. 49.





in rotirende Bewegung von 40 bis 45 Umdrehungen pro Minute versetzt werden. Ist hier, wie es weiter oben (S. 130) näher beschrieben wurde, das Mehl mit dem Wasser, dem Sauerteig und dem Salze gehörig gemischt, so wird mit Hülfe

des um den Punkt *F* drehbaren Hebels *E* der Schieber *D* im Boden des Mischkessels verschoben und dadurch eine Oeffnung von 0,24 m Breite freigelegt, durch die der Teig in die eigentliche Knetmaschine kommt. Diese, im unteren Stockwerk aufgestellt, steht mit dem Mischkessel in Verbindung durch den Trichter *C*. In dem nach unten sich etwas verengenden Cylinder *B* sind an der Welle *L* schraubenförmig vertheilt 6 Messer oder Flügel *ss* angebracht, welche den Teig durcharbeiten und durch ihre Stellung zugleich nach unten pressen. Ueber dem Boden des Cylinders sind zwei einander diametral gegenüberstehende kreisrunde Oeffnungen in der Wandung vorgesehen, vor denen die Ansätze *G G* befestigt sind. Durch diese Ansätze wird der steife Teig mit Hülfe des sogenannten „Auswerfers", eines Rades mit vier Flügeln, in Form eines wurstartigen Stranges hervorgepreßt, er gleitet auf den Rollen *r* um möglichst wenig Widerstand zu finden. Durch die Hebel *H H* können in den Mündungen der Ansätze *G G* Messer auf und ab bewegt werden, durch welche passende Teigklumpen für je 1 Brot von dem vordringenden Strange abgeschnitten werden. Natürlich kann man durch einfaches dauerndes Schließen der einen Oeffnung *G* die andere allein oder durch passende Behandlung der Messer die Ansätze *G* abwechselnd benutzen. Der Cylinder *B* hat eine Höhe von 1,3 m, ist oben 0,52 m und unten 0,42 m weit. Durch die Riemenscheibe *M*, die durch den Riemen *R* mit der Transmission *T* in Verbindung steht, wird mit Hülfe der beiden konischen Räder *J* und *K* die Axe *L* in rotirende Bewegung gesetzt, welche in der Läng evon 4,8 m senkrecht in der Mittellinie des ganzen Apparates steht. Natürlich ist, wie es die Figuren zeigen, durch Balkenwerk und Eisengerüst für genügend feste Aufstellung der Maschine Sorge getragen.

Bei den angegebenen Dimensionen ist die Maschine im Stande, bei einer Geschwindigkeit von 40 bis 45 Umdrehungen in der Minute, in Zeit von 15 Minuten den Teig aus etwa 400 Kg Mehl (resp. Schrot) 195 l Wasser und dem nöthigen Sauerteig zu bereiten.

Um den Teig für fünf Ofenfüllungen (715 Stück Brote à 3 Kg) in drei Portionen zu mischen, auszuwerfen, abzustechen und zu wirken ist nicht ganz die Zeit von 1 Stunde erforderlich. 15 bis 20 Minuten nimmt das Abstechen und Wirken in Anspruch. Ein Mann besorgt das Abstechen, einer das Wiegen, vier das Wirken.

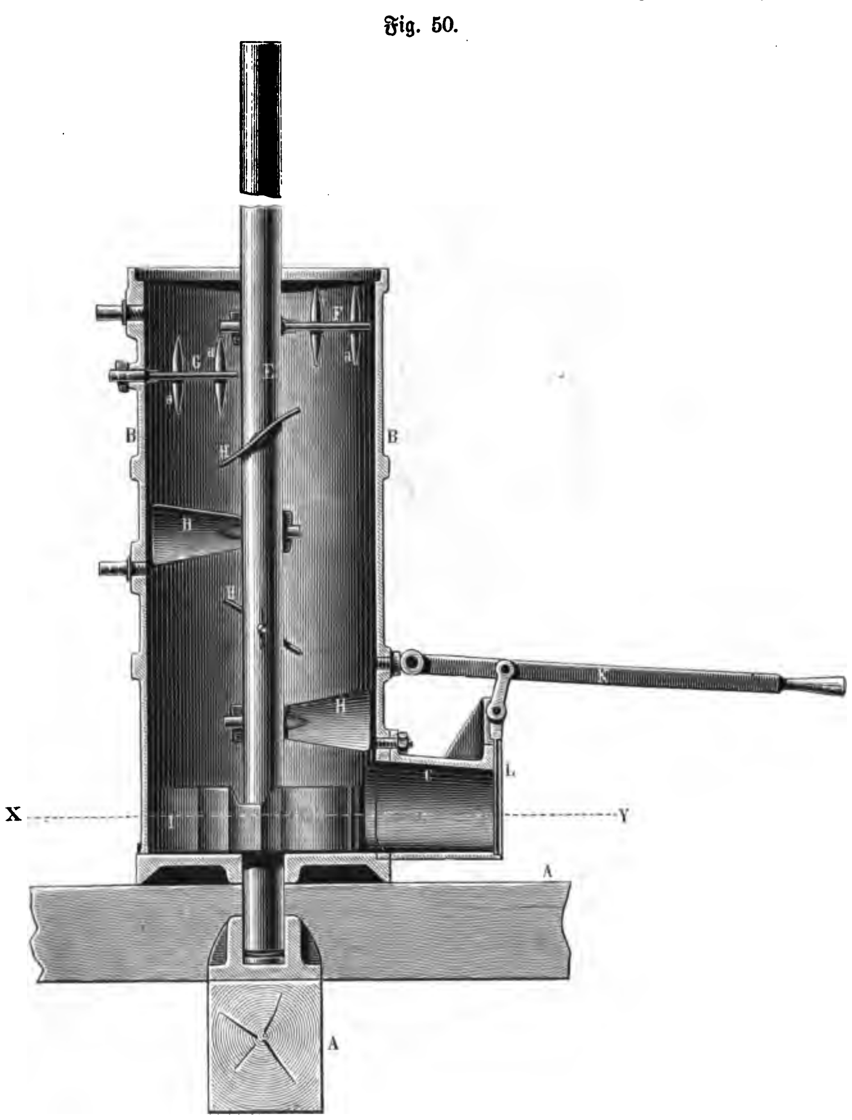
Die **Knetmaschine für Weißbrot**, die in der Bäckerei der Krupp'schen Gußstahlfabrik benutzt wird, ist in den Figuren 50 bis 54 dargestellt. Fig. 50 zeigt einen Verticalschnitt durch die Maschine, Fig. 51 eine äußere Ansicht derselben. Fig. 52 zeigt die äußere Ansicht in der Richtung, die rechtwinklich zu der in Fig. 51 steht. Fig. 53 giebt die Ansicht von oben, Fig. 54 endlich zeigt den Schnitt in der Richtung der Linie *X Y* in Fig. 50. Dieselben Theile sind in allen Figuren mit gleichen Buchstaben bezeichnet.

Diese Maschine dient, wie schon oben (S. 142) erwähnt wurde, nicht zum Vermischen von Mehl und Wasser, sondern nur zum Homogenisiren und Kneten des vorher angemachten Gemenges. Mit der nöthigen Menge Hefe wird ein Vorteig hergestellt und wenn dieser genügend gegangen ist, wird er in Wasser vertheilt, und in den dünnen gährenden Brei das Mehl eingerührt. Wenn dieses

Gemenge, welches etwa 230 Kg Weizenmehl und 120 l Wasser enthält, zu Flocken vergriffen ist, kommt es in die in Folgendem geschilderte Maschine.

Auf einem starken Balkengerüste *A A* ist der gußeiserne 0,942 m hohe und 0,680 m weite Cylinder *B* durch die Schrauben *S* befestigt. Der Cylinder

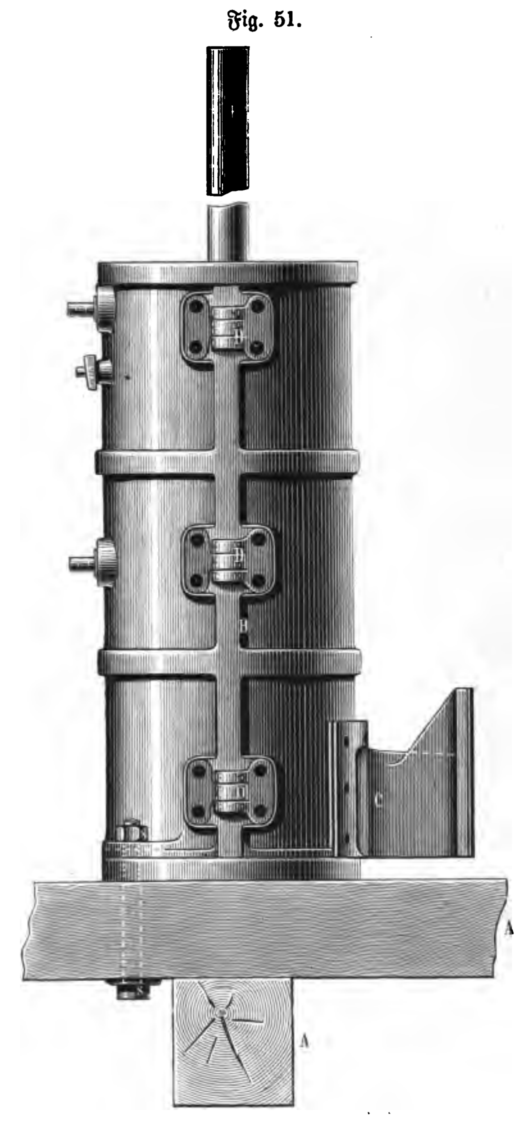
Fig. 50.



kann auseinandergelegt werden, die Charniere *D D* erlauben eine Bewegung der einzelnen Theile. An seinem unteren Ende trägt der Cylinder einen Ansatz *C*, der sich nach außen allmälig verengert und schließlich eine kreisrunde 13 cm

weite Oeffnung besitzt. Dieser Ansatz, durch welchen der fertige Teig austritt, wird während des Betriebes mit Blech ausgekleidet. Wie Fig 52 zeigt, ist dieser Ansatz über der Oeffnung hoch ausgeschweift. Das ist nothwendig, um eine Bahn für das Messer *L* zu bilden, welches durch den Hebel *K* auf und ab

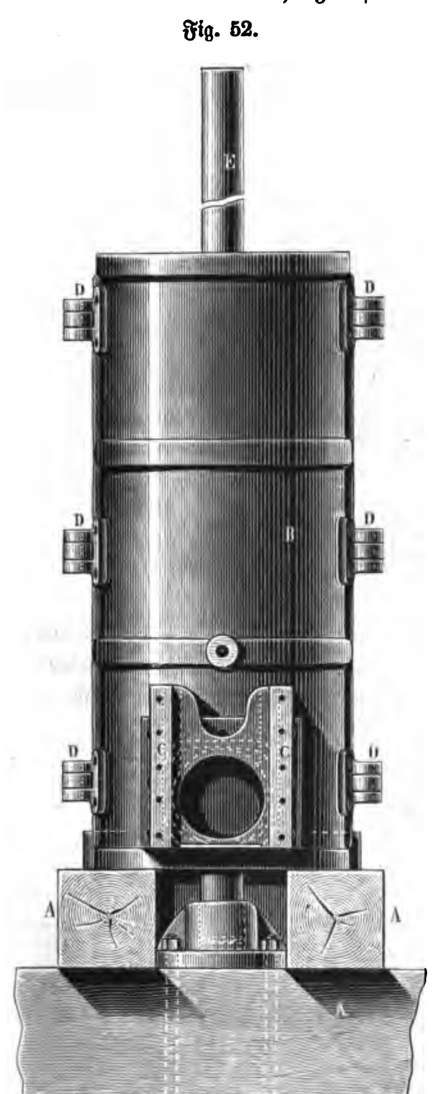
Fig. 51.



bewegt werden kann und das zum Abschneiden von Teigklumpen benutzt wird. In dem Innern des Cylinders wird durch eine in der Zeichnung nicht angedeutete Uebertragung von irgend einem Motor die 1,7 m lange, 6,5 cm dicke

vertical in der Mittellinie des Cylinders stehende Axe *E* in drehende Bewegung von etwa 55 bis 60 Umdrehungen pro Minute gesetzt. Zum Theil an dieser Axe, zum Theil an der Innenwand des Cylinders sind nun die Glieder des Rührwerks befestigt, welches den Teig bearbeitet. Zunächst sind zwei schmale Schienen *F* und *G* vorgesehen, von denen die erste an der Axe, die zweite an der Wand des Cylinders angebracht ist. Beide sind mit Zapfen *a a* armirt, welche 13 cm lang und an der dicksten Stelle 1,3 cm dick sind. Diese Zapfen sind so gestellt, daß die an *F* befestigten, die mit der Axe *E* sich drehen, bei ihrer Bewegung zwischen den Zapfen an der Schiene *G* hindurchtreten. Durch die Thätigkeit von *F* und *G* findet ein kräftiges Durchrühren und zugleich ein dehnendes Ziehen des Teiges statt. Außerdem sind an der Centralwelle *E* vier Flügel *H H* in Schraubenstellung angebracht. Sie sind so gestellt, daß sie den durch *G* und *F* gehörig durchgearbeiteten zähen Teig in Schraubenwindung nach unten ziehen und pressen. Hier steht nun vor der inneren Mündung des oben erwähnten Ansatzes *C* ein 10 cm hohes Schaufelrad *I*. Die Flügel dieses Rades sind so gebogen, daß sie bei der in der Zeichnung durch Pfeile angedeuteten Drehungsrichtung den bis zu ihnen vorgedrungenen Teig in den Ansatz *C* hineinpressen und ihn zwingen, wenn das Messer *L* gehoben ist, durch die kreisrunde Oeffnung von *C* auszutreten.

Fig. 52.



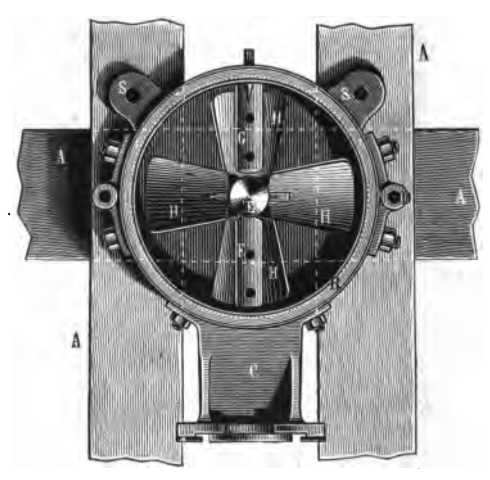
Bei den angedeuteten Dimensionen und bei einer Geschwindigkeit von 55

[1]) Aehnliche, von Wieghorst in Hamburg construirte Maschinen sind beschrieben in Uhland's Maschinen-Constructeur, 1872, 322.

bis 60 Umdrehungen in der Minute ist die Maschine im Stande, die oben angegebene, für drei Ofenfüllungen genügende Menge des Rohmateriales in 10 Minuten zu homogenisiren. Die Bedienung erfordert vier Mann.

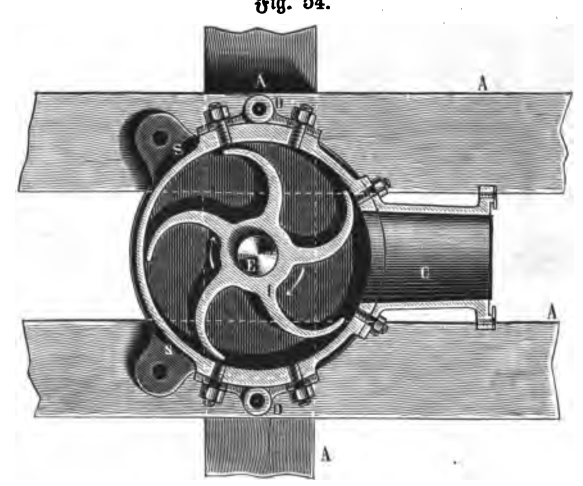
Ganz vorzüglich in ihren Leistungen ist die Knetmaschine von Deliry-Desboves. Dieser Apparat, welcher von Deliry Vater zuerst im Jahre 1860

Fig. 53.



in die Oeffentlichkeit gebracht wurde und der jetzt in einer großen Fabrik in Soissons (Aisne) von dem Erfinder und seinem Sohne in immer wachsender Anzahl hergestellt wird, vereinigt die Vorzüge der verschiedenen bisher beschriebenen

Fig. 54.



Knetmaschinen. Auf der Pariser Weltausstellung im Jahre 1867 wurde diese Maschine als die zweckmäßigste anerkannt.

Das Princip der Construction ist kurz folgendes: Ein schalenartiger kreisrunder Trog dreht sich um seine im Centrum stehende verticale Axe. Im Innern dieses Troges drehen sich, ohne an der Rotation des Troges Antheil zu nehmen, die Knetwerke. Diese bestehen in einer um eine senkrechte Axe sich bewegenden aus Eisenguß hergestellten Lyra und zwei um horizontale Axen drehbaren schraubenförmig gebogenen durchbrochenen Schaufeln. Während der Teig mit dem Troge rotirt, wird er unter diese Knetwerkzeuge gebracht. Die Lyra mischt den Teig und theilt ihn in passende Stücke, die schraubenförmig gebogenen Apparate aber heben die Teigstücke aus dem Troge, dehnen sie dabei, wenden sie um und lassen sie wieder in den Trog fallen. Man erkennt unschwer, daß diese Maschine von Deliry sehr glücklich die Wirkung der oben beschriebenen Apparate von Boland und von Rolland mit einander verbindet. Deliry's Knetmaschine liefert Teige von beliebiger Consistenz, sie dient ebenso gut zur Bereitung des Vorteiges, wie zum Fertigmachen des steifen Brotteiges. Für verschiedene Anwendungen hat Deliry seinem Apparate verschiedene Einrichtung gegeben, es sind besondere Maschinen construirt für die Bereitung von Biscuitteig &c. Auf alle diese Modificationen einzugehen, ist hier nicht der Ort, es mag genügen, die Einrichtung einer solchen Maschine für Brotteig genau zu schildern, wie sie z. B. in der Militärbäckerei in Carlsruhe, so wie in der Bäckerei der assistance publique in Paris mit vorzüglichem Erfolg benutzt wird.

Die folgende Beschreibung ist zum Theil entnommen aus der Abhandlung von Thiel [1]) über die Knetmaschinen auf der Pariser Ausstellung, im Jahre 1867, zum Theil aus einem Preiscourant [2]), welchen Deliry Vater und Sohn im Jahre 1870 herausgaben. In den in diesen Quellen gegebenen Abbildungen ist der innere Mechanismus der Maschine nicht angedeutet; es wurde mir erlaubt, von diesem Theile des Apparates in der Carlsruher Militärbäckerei Einsicht zu nehmen. Herrn Prof. Richard in Carlsruhe verdanke ich die nach meinen Skizzen ausgeführten unten mitgetheilten Zeichnungen.

Fig. 55 zeigt eine perspectivische Ansicht der Maschine, sie läßt die Anordnung der verschiedenen Knetwerke erkennen, in Fig. 56 ist ein Verticalschnitt durch den Apparat dargestellt; Fig. 57 zeigt die Ansicht der Maschine von oben, endlich Fig. 58 stellt einen Horizontalschnitt dar, der in der Höhe des inneren Mechanismus durch den Apparat gelegt ist. In allen Figuren sind dieselben Gegenstände mit denselben Buchstaben bezeichnet.

Durch die Riemenscheibe R wird die Bewegung von dem Motor durch die beiden konischen Räder W und W auf das Zahnrad Z übertragen, das in Zähne eingreift, welche auf der Innenseite des an dem aus Eisenguß hergestellten Troge T befestigten Ansatzringes A sich befinden. Bei der Bewegung von R wird so der Trog T, der auf den Frixionsrollen F ruht, in Drehung versetzt.

Die Wand des schalenartigen kreisrunden Troges ist im Innern zu einer konischen Erhöhung aufgewölbt, so daß der eigentliche Knetraum eine kreisrunde

---

[1]) Dingl. pol. Journ. 188, 144. — [2]) Catalogue de pétrins mécaniques système Deliry-Desboves. Deliry père et fils, Constructeurs (62 Rue du faubourg St. Crepin Soissons [Aisne]).

Fig. 55.

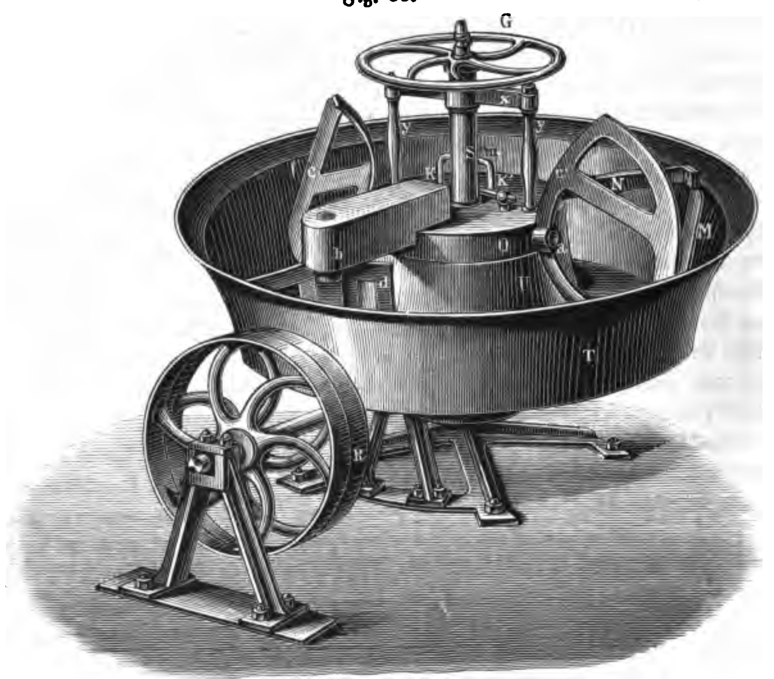


Fig. 56.

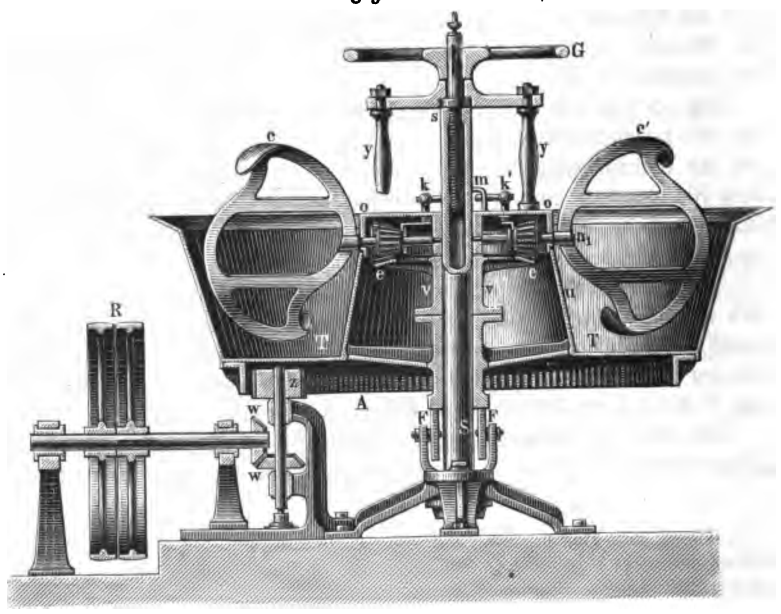


Fig. 57.

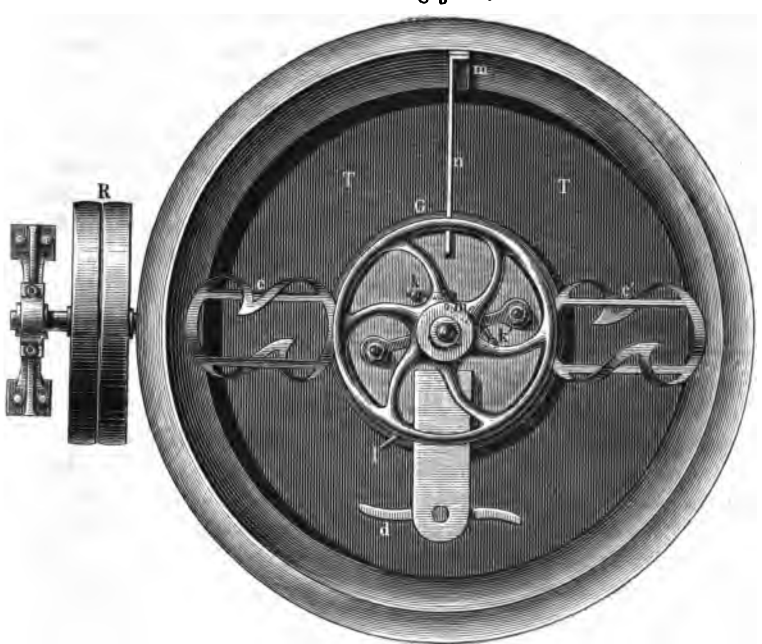
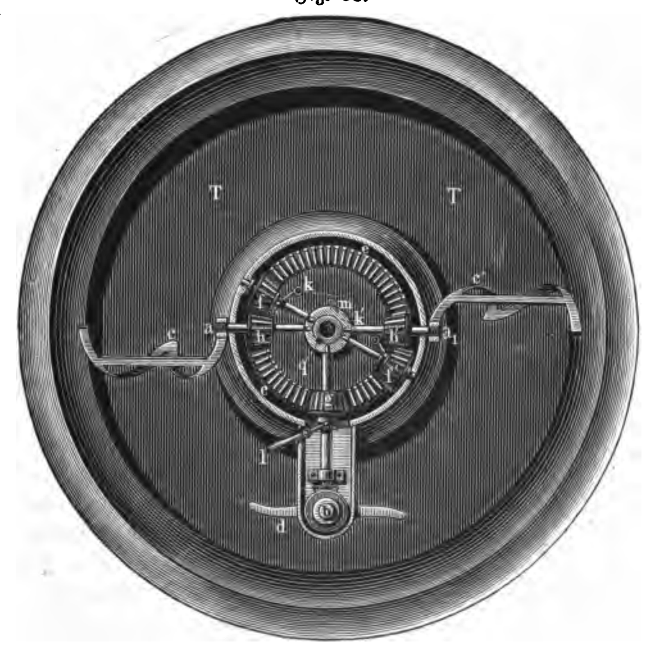


Fig. 58.



oben offene Rinne bildet. Der Kegel, welcher in der Mitte des Troges steht, besteht aus den zwei Theilen *U* und *O*. Der obere Theil *O* bildet einen Deckel über dem unteren *U* und kann von diesem abgehoben werden. In den Fuß der Maschine fest eingelassen steht in der Mitte des ganzen Apparates die Säule *S S*. Der untere Theil dieser Säule ist von der Röhre *V V* umschlossen. Diese Röhre dreht sich mit dem in Bewegung gesetzten Troge. In das obere Ende von *S* ist eine Schraube eingelassen, welche durch Drehung des Rades *G* auf und ab bewegt werden kann. Diese Schraube hebt durch eine Traverse *X*, welche durch zwei kleine Säulchen *Y* und *Y* mit dem Deckel des inneren Kegels *O* in Verbindung steht, diesen Deckel und mit ihm den in *O* liegenden Mechanismus für die Bewegung der Rührwerke.

In dem oberen Theile *O* des Kegels sind Wellen gelagert, die an ihren vorderen, über die Wand von *O* hervorragenden Enden *a*, *a'*, *b* die Rührapparate *c*, *c'*, *d* tragen. Der obere Theil *O* vom Kegel nimmt an der Drehung des Troges nicht Theil, er wird an dieser Bewegung gehindert durch einen Keil, der an dem die Säule *S* umfassenden Theile von *O* befestigt, in eine Nute eingreift, welche auf der Längsseite von *S* angebracht ist (Fig. 58 bei *q*). Die Zapfen *a a' b* bleiben demnach dauernd an derselben Stelle, sie sowohl, wie die an ihnen befestigten Knetapparate werden aber durch einen Mechanismus in rotirende Bewegung gesetzt, der im Innern des Kegels im Troge liegt. Mit dem unteren beweglichen Theile des Troges ist ein Zahnrad *e*, welches auf der Grenze zwischen den beiden Theilen des Kegels, *U* und *O* liegt, fest verbunden. Dieses Zahnrad wird aber bei der Bewegung des Troges ebenfalls in Drehung um seine verticale Axe gebracht. In das Zahnrad greifen nun kleinere konische Räder *f f' g* ein, welche auf Axen befestigt sind, die im Deckel *O* gelagert sind. Diese konischen Räder übertragen durch die Zahnräder *h h' i* die Bewegung von *e* auf die Knetapparate. Durch die Hebel *k k' l* können die Räder *f f' g* auf ihren Axen verschoben und dadurch außer Contact mit dem Rade *e*, sowie mit den Rädern *h* und *h* gebracht werden. In Fig. 58 ist *f* im Contact mit *h*, *f'* außer Contact mit *h'* gezeichnet. Mit Hülfe dieser Hebel kann also die Bewegung der Knetapparate sofort unterbrochen werden. Der Bügel *m*, der leicht aus der oberen Platte von *O* heraus gehoben werden kann, dient dazu, die Hebel *k* und *k'* während der Arbeit so fest zu halten, daß sie nicht verschoben werden.

Schließlich ist noch zu erwähnen, daß ein Messer *M* vorgesehen ist, welches an dem in dem oberen Theil des Kegels *O* einfach in einen Falz einzuschiebenden Träger *N* befestigt ist, und welches, an der Bewegung des Troges nicht theilnehmend, bei dessen Drehung die Wand desselben stets von anhängendem Teige befreit.

Der Betrieb dieser Maschine ist sehr einfach. Man bringt zunächst den Sauerteig resp. den wiederholt angefrischten Sauerteig in den Trog, schüttet die erforderliche Menge Wasser hinzu und setzt nun den Trog in Bewegung, nachdem man durch richtige Stellung des Hebels *l* das lyraartig gestaltete Knetwerk *d* mit dem Rade *e* in Verbindung gebracht hat. In kurzer Zeit ist durch das intensive Umrühren des Troginhaltes, welches von diesem Apparate *d* besorgt wird, ein vollständig homogener dünner Teig hergestellt. Sodann schüttet man den

Rest des Mehles in den Trog und stellt die Hebel *k* und *k'* so, daß nun auch die schraubenförmig gebogenen Schaufeln *c* und *c'* von dem Rade *e* in Bewegung gesetzt werden. Jetzt tritt die oben geschilderte Bearbeitung des Teiges ein, welche möglichst vollkommen die Thätigkeit des knetenden Arbeiters nachahmt. Nach 12 bis 15 Minuten ist der Teig fertig. Man bringt dann den Trog zum Stillstehen, hebt mit Hülfe des Rades *G* die Knetapparate aus dem Troge heraus und ersetzt die Lyra *d* durch eine Wage, mit deren Hülfe der Teig nun gleich dem Gewichte nach in Stücke getheilt wird, die nach gehörigem Auswirken und Gehen in den Ofen geschoben werden.

Die Firma Deliry père et fils in Soisson liefert solche Maschinen (ohne Verpackung und ohne Transport) welche im Stande sind:

750 Kg	Teig	zu	fassen	zum	Preise	von	2200	Frs.
500 „	„	„	„	„	„	„	1900	„
250 „	„	„	„	„	„	„	1600	„
150 „	„	„	„	„	„	„	1025	„
75 „	„	„	„	„	„	„	725	„

Die Maschine, welche in der hiesigen Militärbäckerei seit 1869 benutzt wird, hat einen äußeren Durchmesser am oberen Rande von 1,9 m, die Tiefe des Troges beträgt 32 cm, die Höhe des beweglichen Theiles vom inneren Kegel 15 cm, sein Durchmesser 70 cm. Die Breite der eigentlichen Knetrinne beträgt 48 cm und die Länge der gebogenen Knetschaufeln 68 cm. Diese Maschine vermag 500 Kg Teig zu fassen und stellt diesen bei einer Geschwindigkeit von 15 bis 20 Umdrehungen in der Minute in Zeit von 15 Minuten fertig.

Dieser Maschine von Deliry sehr ähnlich muß die Knetmaschine von Louis Lebaudy und Hyppolyte Landry sein, welche Roman Uhl [1]) in folgender Weise beschreibt: „Die Knetmaschine besteht aus einem kreisförmigen Becken aus Gußeisen, welches sich um die Säule dreht, die der Maschine als Stütze dient. Jene Säule trägt das Getriebe, welches die Krücke und die beiden schraubengangförmigen Knetschaufeln in Bewegung setzt. Beim Drehen des Beckens gelangt der Teig zur Krücke, welche eine vollkommene Mischung des Mehles, des Wassers und des Gährungsmittels bewirkt und zu den Schaufeln, welche den Teig so gut abkneten, wie man es für die Brotbereitung nur verlangen kann. Mit der Knetmaschine ist eine Beutelkammer zum Sieben des Mehles und ein Wasserkessel in Verbindung. In 10 bis 12 Minuten ist die Mischung des Teigmaterials und das Kneten bei einer Menge von 8 bis 10 Centner Teig vollendet."

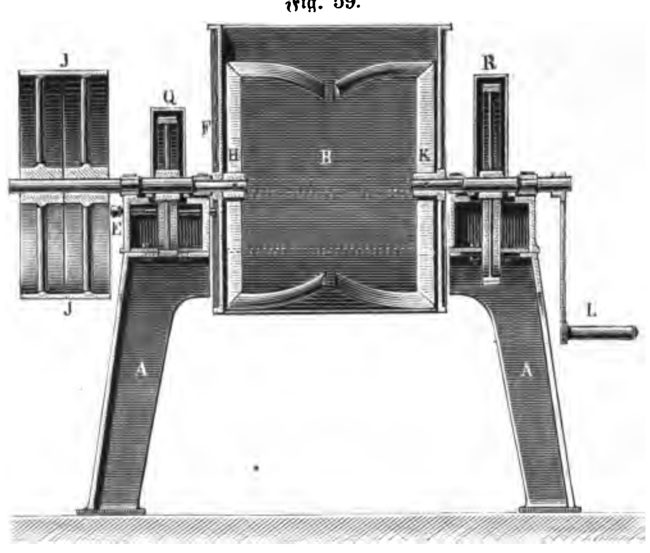
In neuerer Zeit hat die Knetmaschine von John Hockinson, welche im Jahre 1864 von der Firma Pintus u. Comp. in Brandenburg a. d. H. in Deutschland eingeführt und beschrieben [2]) wurde, viel Eingang gefunden. Verschiedene Maschinenenfabrikanten liefern diesen Apparat jetzt mit Vorliebe, weil er in jeder Größe hergestellt werden kann, bei seiner einfachen Construction verhältnißmäßig billig zu stehen kommt und dabei doch vorzügliche Resultate in Be-

---

[1]) Bäcker- und Conditorzeitung, 1877, Nr. 23. — [2]) Dingl. pol. Journ. 175, 187.

zug auf die Beschaffenheit des Teiges liefert. Herr Joh. Haag in Augsburg hatte die große Freundlichkeit mir die Zeichnungen einer solchen Maschine zur Verfügung zu stellen, die er für die Brotfabrik des Herrn Speyerer in Carlsruhe lieferte. Durch freundliche Vermittelung des Herrn Richard Lehmann in Dresden bekam ich auch Abbildungen dieses Apparates von dem internationalen

Fig. 59.



Patent- und Maschinen- Ex- und Import-Geschäft des Herrn Richard Lüders in Görlitz. Namentlich für gewöhnliche kleinere Bäckereien, so wie für Haushaltungen ist diese Maschine vor allen anderen zu empfehlen.

Fig. 60.

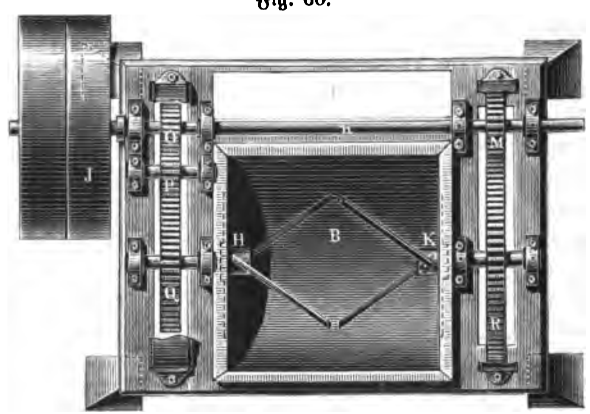
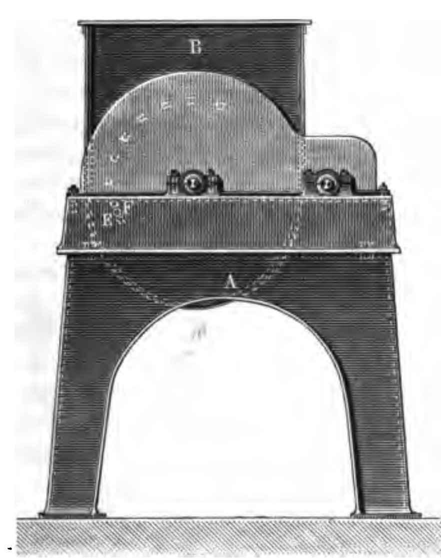


Fig. 59 stellt einen Verticalschnitt durch die Maschine dar, Fig. 60 zeigt den Apparat von oben gesehen, Fig. 61 giebt eine seitliche Ansicht.

In allen Zeichnungen sind dieselben Gegenstände mit denselben Buchstaben benannt.

Auf einem vorn offenen Gestelle *A* ruht der Trog *B* in zwei Axenlagern. Der Trog besteht aus einem oben offenen Kasten mit quadratischem Querschnitt, dessen Boden in der Längsrichtung kreisrund gewölbt ist, während die Querwände vom oberen Rande bis zum Boden vertical stehen. In den beiden Axenlagern ist der Trog mit Zapfen so aufgehängt, daß der obere Theil ein geringes Uebergewicht hat und daher leicht nach vorn umgekippt werden kann. Am freiwilligen Umkippen wird der Kasten gehindert durch den federnden Bolzen *E*, welcher durch die Wand des Gestelles hindurchgeht und unter Zahnansätze *F* greift, die seitlich an der äußeren Wand des Cylinders angebracht sind. Diese flachen Zähne *F* sind in einer Kreislinie angeordnet, so daß man den Trog in jeder beliebigen Neigung feststellen kann. An den neueren Apparaten sind auf beiden Verticalseiten solche Zahnansätze vorgesehen, so daß man eventuell den Trog umsetzen und so vor einseitiger Abnutzung schützen kann. Der Trog ist aus Eisen hergestellt und verzinkt.


Fig. 61.



In diesem Troge werden nun zwei Paar helicoidal gewundene Flügelpaare *H* und *K* in einander entgegengesetzter Richtung gedreht. Die Flügel sind auf Zapfen aufgeschraubt, welche zugleich als Aufhänge- und Drehaxen des Troges dienen. In der Trogwandung sind diese Zapfen drehbar und mit ihnen drehen sich die erwähnten Flügel. Die Kraft zur Drehung wird auf die Maschine übertragen durch die Riemenscheibe *J* oder durch die Kurbel *L*. Größere Maschinen sind nur für Dampfbetrieb, kleinere auch wohl mit zwei Kurbeln eingerichtet. Die Bewegung der Riemenscheibe ist auf das Flügelpaar *H* übertragen durch die Zahnräder *O P Q*, es macht also *Q* und das mit diesem Rade auf derselben Axe befindliche Flügelpaar *H* Umdrehungen in demselben Sinne, wie die Riemenscheibe *J*. Durch die auf der Rückseite des Troges liegende Welle *n* überträgt sich aber die Bewegung der Riemenscheibe auch auf das Zahnrad *M* und da dieses direct in die Zähne des Rades *R* eingreift, das mit dem Flügelpaare *K* auf einer Axe sich befindet, so dreht sich *K* in entgegengesetzter Richtung als *H*. Während des Betriebes ist das ganze Räderwerk mit Blechkappen gedeckt.

Die Flügel werden so in den Teig hineingedrückt, daß sie denselben zuerst mit der Rückseite treffen, man dehnt den Teig dadurch, zerreißt ihn nicht gewaltsam. In der hiesigen Brotfabrik läßt Herr Speyerer ein Gemisch von 2 Thln. Weizenmehl auf 1 Thl. Roggenmehl verarbeiten. Dieser Teig ist so zäh, daß die Flügelpaare ihn schwer zerreißen, die Arbeiter unterstützen die Wirkung der Flügel dadurch, daß sie jedesmal wenn die Flügel gekreuzt stehen, mit einem starken langen Messer durch den Teig fahren. Die eigenthümliche Gestalt der Flügelpaare bewirkt es, daß der Teig fast immer als ein zusammenhängendes Ganzes im Troge sich befindet. Die geraden Theile der Flügel stehen so nahe an den verticalen Wänden des Troges, daß sie von diesen stets den anhängenden Teig fortnehmen und ebenso wirken die gekrümmten Theile der Flügel auf die kreisrunde Wölbung des Bodens.

Hat der Teig die richtige Beschaffenheit erlangt, so stellt man passende Gefäße unter, kippt den Trog um und läßt die Flügel noch einige Umdrehungen machen, in wenigen Augenblicken wird der Trog in dieser Weise vollständig entleert.

Die Verdünnung des Sauerteigs mit Wasser, so wie das Einkneten des Mehles wird von dieser Maschine in gleich vollkommener Art besorgt. In der von Herrn J. Haag in Augsburg für die hiesige Brotfabrik gelieferten Maschine können, bei einer Geschwindigkeit der Flügel von 28 Umdrehungen pro Minute, in 10 Minuten die Materialien verarbeitet werden für zwei Ofenfüllungen an Brot (250 Kg). Der Trog dieser Maschine besitzt oben eine quadratische Oeffnung von 57 cm (im Lichten) Seitenkante, eine Höhe von 75 cm. Die Rührflügel haben gerade Theile von 63 cm Länge (in Summa auf beiden Seiten der Axe), an die sich an jedem Ende gebogene Flügel von 40 cm Länge anschließen. Die Höhe des ganzen Apparates (mit Gestell) beträgt 1,33 m, die Breite (mit Riemenscheibe und Kurbel) 1,8 m.

In einem weiter unten folgenden Kostenanschlage für eine Brotfabrik, welchen Herr Joh. Haag in Augsburg die große Freundlichkeit hatte mir zur Verfügung zu stellen, ist der Preis einer solchen Knetmaschine, die den Teig für täglich 4000 Brote à 2 Kg zu liefern im Stande ist, mit 850 Mark angesetzt. Diese Maschine ist für Dampfbetrieb und Handbetrieb eingerichtet.

Aus dem Preiscourant des Herrn R. Lüders in Görlitz ist zu entnehmen, daß derselbe loco Görlitz Maschinen, die im Stande sind

6 bis 14 Pfd.	Mehl zu verarbeiten, für	160 Mark
60 Pfd.	„ „ „ „	360 „
1 Sack	„ „ „ „	600 bis 720 Mark liefert.

Auf einem Princip ganz eigenthümlicher Art beruht die Knetmaschine von Couvrepuits in Metz[1]). Der cylindrische Trog, der zum Oeffnen eingerichtet ist und dicht verschlossen werden kann, besteht der Länge nach aus zwei Abtheilungen, zwischen denen sich eine verticale Siebwand mit kleinen Oeffnungen befindet. Die zu bearbeitende Masse wird in die eine Hälfte geschüttet und mittelst eines Kolbens durch die Siebwand in die andere Abtheilung gepreßt, hierauf durch

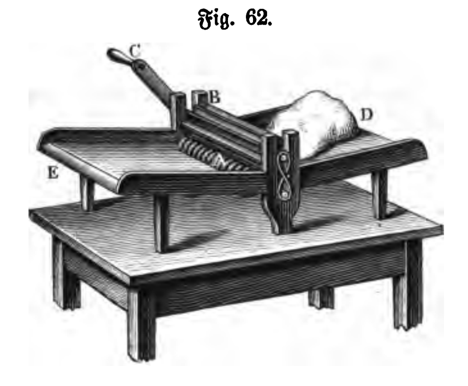
[1]) Hülße. Supplemente zu Prechtl's technolog. Encyclopädie 2, 73.



einen zweiten Kolben aus der anderen Abtheilung in erste zurückgepreßt u. s. w. Nach etwa fünfmaliger Wiederholung dieses Vorganges in der Zeit von 10 bis 12 Minuten ist der beabsichtigte Zweck in großer Vollkommenheit erreicht.

Schließlich sei noch die Hausknetmaschine von Loveland [1]) erwähnt, welche vorzügliche Dienste leistet in solchen Haushaltungen, in denen das Brot für den Bedarf selbst gebacken wird. Hier ist es meistens den Frauen überlassen, den Teig zu mischen und deren Kräfte reichen häufig nicht aus, um den zuletzt sehr zäh gewordenen Teig mit den Händen energisch durchzuarbeiten. Bei der Bereitung der steifen Teige für manche Arten von Wiener Gebäck sowie für Zwieback werden von jeher für das Kneten des nahezu fertigen Teiges Maschinen benutzt, bei denen die Klumpen unter Hebelwerken (Teigbrechen) gepreßt werden [2]). Ein ähnliches Ziel läßt der in Fig. 62 abgebildete Apparat von Loveland erreichen. Die Maschine besteht aus einem auf einen Tisch zu stellenden Gestell, in welchem die beiden Walzen *A* und *B* so befestigt sind, daß der Teig von der schiefen Ebene *D* zwischen den Walzen hindurch auf die Ebene *E* und wieder zurück gelangen kann.

Fig. 62.



Die Walze *A* ist mit Querrinnen, die obere Walze *B* aber mit Längsrinnen versehen. Beide Walzen sind an ihren Axen durch ein elastisches Kautschukband zusammengehalten, so daß sie in geringem Grade nachgeben können und einen mäßigen Druck auf den Teig ausüben. Durch Hin- und Herbewegen der Kurbel *C* kann man den Teig von rechts nach links und von links nach rechts so oft zwischen den Walzen hindurchtreten lassen, bis er genügend homogenisirt ist. Damit er nicht an der Walze hängen bleibt, wird er öfter mit Mehl bestreut. Natürlich ist es aber leicht möglich, den ganzen Apparat auseinanderzunehmen und die einzelnen Theile nach dem Gebrauche sorgfältig zu reinigen.

3. Teigtheilmaschinen.

Der mit der Hand oder durch Knetmaschinen hergestellte Teig besteht aus einem durchaus gleichmäßigen Gemische von durchschnittlich 100 Thln. Mehl, 75 Thln. Wasser und der nöthigen Menge des Lockerungsmittels. Dieses Gemenge überläßt man, wenn Hefe oder Sauerteig benutzt wurde, zunächst eine Zeitlang sich selbst, damit die Gährung gehörig vorschreitet. Ist das geschehen, so wird der Teig in Stücke getheilt, die beim Backen ein bestimmtes Gewicht Brot liefern. Während des Backens verlieren diese Stücke Wasser, nehmen an Gewicht ab, es muß daher

[1]) Boulanger (Encyclopädie Roret).
[2]) Vergl. Burian, Heeresverpflegungswesen. Wien 1876, S. 392 ff.

ein gewisses Uebergewicht an Teig für ein bestimmtes Gewicht Brot gerechnet werden. Die Verdunstung an Wasser ist um so größer, je größer die Oberfläche der Brote, je kleiner also die Masse der Stücke ist, und je höher die Temperatur beim Backen getrieben wird. Bei größeren Broten braucht man daher dem Teig ein geringeres Uebergewicht über das des Brotes zu geben, als bei kleineren Broten; bei Schwarzbrot, welches aus dem kleberarmen Roggenmehl bereitet wird und dessen Teig daher wasserärmer, mithin consistenter ist, als der Teig des aus kleberreichem Weizenmehl hergestellten Weißbrotes, kann ein kleineres Uebergewicht an Teig genommen werden, als beim letzteren. Je länger das Brot im Ofen bleibt, um so höher muß wieder das Uebergewicht des Teiges über das des Brotes genommen werden.

Einige Zahlen aus der Praxis zeigen, wie diese Verhältnisse beim Abwiegen der Teigstücke berücksichtigt werden:

Für ein Wasserweck, das 50 g wiegen soll, wiegt man hier ein Teigstück ab von 64 g Gewicht (Uebergewicht 28 Proc. des Brotgewichtes).

Für ein aus Weizenmehl bereitetes sogenanntes Groschenbrot, welches 1000 g wiegen soll, braucht man ein Teigstück von 1210 g Gewicht (Uebergewicht 21 Proc.).

Für ein zweipfündiges rundes Halbschwarzbrot braucht man in der Brotfabrik des Herrn Speyerer 1110 g Teig (Uebergewicht 11 Proc.); für ein dreipfündiges Brot derselben Art, welches länger im Ofen bleiben muß, rechnet man 1670 g Teig (Uebergewicht 11,3 Proc.).

In der hiesigen Militärbäckerei verwendet man von einem Teige, der auf 100 Thle. Mehl 60 Thle. Wasser enthält, 1720 g Teig für 1500 g Brot (Uebergewicht des Teiges 14,6 Proc.).

In Paris rechnet man für 100 Gewichtstheile Brot

in 8 pfündigen Laiben	114	Theile Teig
„ 4 pfündigen runden Laiben	120	„ „
„ 4 pfündigen langen Laiben	131	„ „
„ 4 pfündigen flachen Laiben	148	„ „
„ 2 pfündigen flachen Laiben	162	„ „

Parmentier theilt mit, daß man für ein Brot, welches 6 Kg wiegen soll, 6,60 Kg Teig verwenden müsse. Wenn aber diese 6 Kg Brot in Form von 24 kleinen je 250 g wiegenden Broten erhalten werden sollen, so müsse man 7,34 Kg Teig verwenden.

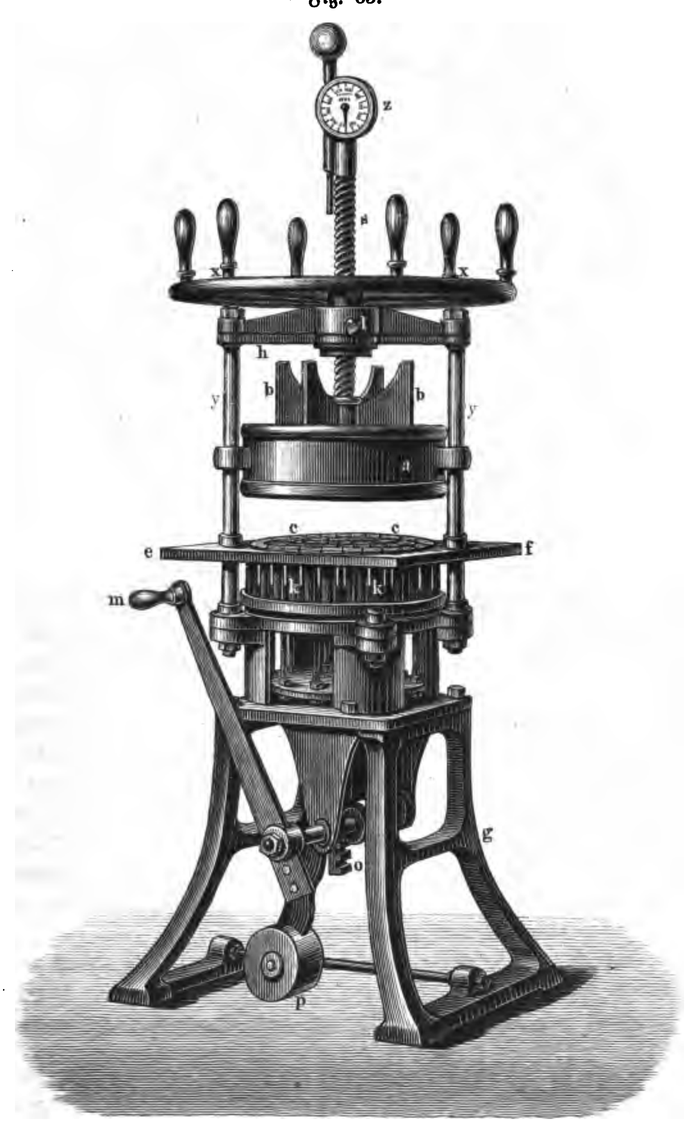
Das Gewicht der Teigstücke wird in der Regel mit der Wage controlirt. Ein Arbeiter theilt gewöhnlich den Teig nach dem Augenmaaß in Stücke von nahezu dem nöthigen Gewichte, ein anderer legt die Stücke auf die eine Schale einer Waage, während die andere das Normalgewicht trägt. Durch Abkneifen und Zugeben von kleinen Teigstücken wird das Gewicht justirt. Diese Stücke werden nun auf einem mit Mehl bestreuten Tische mit einander vereinigt und dem Klumpen die Form gegeben, die er als Brot haben soll.

In neuerer Zeit ist auch dieses Abwägen namentlich der kleineren Teigstücke unnöthig gemacht, man hat Teigtheilmaschinen construirt, durch welche ein

größeres Stück Teig von bestimmtem Gewicht in eine bestimmte Anzahl gleich großer, also auch gleich schwerer kleiner Stücke zerlegt werden kann.

Die Firma Carl Hailfinger in Wien lieferte zuerst solche Maschinen. Nach dem von dieser Fabrik eingeführten System arbeiten noch mehrere andere Geschäfte. Herr F. Brüning in Halle a. S. hatte die Freundlichkeit, mir durch gütige Vermittelung des Herrn Prof. Engler einige Mittheilungen über die von ihm gelieferten Teigtheilmaschinen zu geben. Fig. 63 zeigt diesen Apparat in perspec-

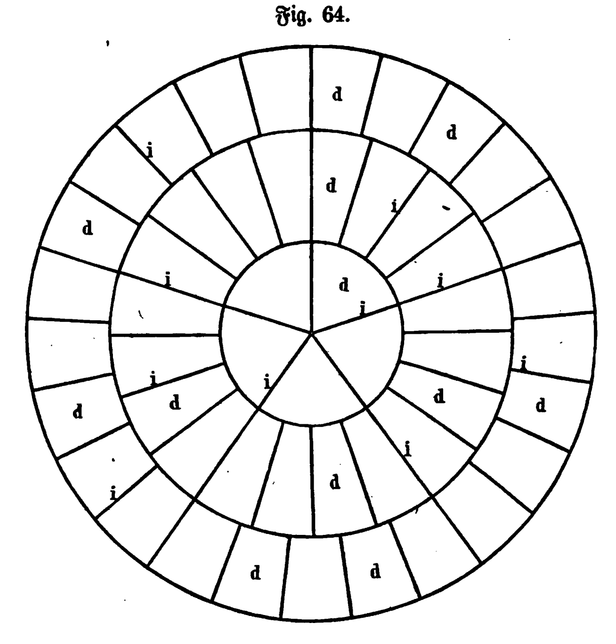
Fig. 63.



tivischer Zeichnung, Fig. 64 giebt in etwas vergrößertem Maaßstabe ein Bild von der Theilplatte.

Das Gestell *g* trägt die feststehende Platte *e f*, so wie die durch das Widerlager *h* mit einander verbundenen Führungsstangen *y y*. Durch das Widerlager geht die Schraube *s*, welche durch das Schwungrad *x* auf und ab bewegt werden

Fig. 64.



kann. An dem unteren Ende von *s*, fest mit der Schraube verbunden, befindet sich eine in der Zeichnung nicht sichtbare Preßplatte, deren Festigkeit durch die Rippen *b b* erhöht ist. Diese Preßplatte nimmt beim Auf- und Abbewegen den von *y y* geführten Cylinder *a* mit sich. Die Preßplatte greift nämlich bei ihrer Bewegung nach oben unter einen Wulst am oberen Rande von *a*. Beim Niedergehen der Schraube folgt *a* durch sein Gewicht. Wenn aber der Ring *a* auf der Platte *e f* aufsitzt, so kann sich in dem Ringe die erwähnte an *s* hängende Preßplatte noch weiter nach unten bewegen. Man kann also durch diese Preßplatte und die Tafel *e f* einen Druck auf den Teig ausüben, der auf *e f* gelegt, in den Ring *a* eindringt. Durch diese Einrichtung ist es möglich, verschieden große Teigmassen auf dem Tische *e f* zu einer gleichmäßig dicken Schicht auszubreiten, die an ihrem äußeren Rande durch den Cylinder *a* begrenzt wird.

Die Einrichtung der kreisrunden Fläche *c c* auf der Platte *e f* ist in Fig. 64 im Grundriß veranschaulicht. Während alle anderen Theile der Maschine aus Eisen hergestellt sind, besteht dieser Apparat aus Bronce [1]). Er ist zusammen-

[1]) Nach einer Mittheilung des Herrn Brüning in der Bäcker- und Conditorzeitung vom 19. März 1875 kann man diese Platten auch aus abgehobeltem Schmiedeeisen herstellen.



gesetzt aus 50 Platten *d* von gleichem Flächeninhalte. Dieselben sind in drei concentrischen Kreisen so vertheilt, daß der innere Kreis 5, der Raum zwischen dem inneren und dem mittleren Kreis 20, der Zwischenraum zwischen dem mittleren und dem äußeren Kreis 25 solche Theile enthält. Diese durch Spalten *i* von einander getrennten Platten *d* stehen fest auf den am Stativ befestigten Trägern *k* (Fig. 63). Durch Bewegung der Kurbel *m* können zwischen diesen Trägern *k* stumpfe Messer gehoben werden, welche genau in die Schlitze *i* der Theilplatte passen; nur am äußeren Rande der Fläche *c c* fehlen die Messer. Diese Messer, deren Höhe gleich der des Ringes *a* ist, dringen vor, bis sie an die Preßplatte im Ringe *a* stoßen. Endlich ist oben an der Schraube *s* ein Zählwerk *z* angebracht, welches controlirt, wie oft die Maschine 50 gleiche Teigstücke geformt hat, es läßt sich also darnach stets ermitteln, wie viele Brote geformt wurden.

Der Betrieb der Maschine ist sehr einfach. Ein für 50 Brote ausreichendes gewogenes Teigstück wird, während *a* gehoben ist und die Messer sich zwischen den Trägern *k* befinden, auf die mit Mehl bestreute Fläche *cc* gelegt. Sodann wird der Teig ebenfalls mit Mehl bestreut und darauf die obere Preßplatte herabgelassen. Der Ring *a* umschließt den Teig und in diesem cylindrischen Ring wird er nun mit Hülfe des Griffrades *x* so gepreßt, daß er den Raum zwischen den beiden Preßplatten gleichmäßig ausfüllt. Ist das geschehen, so hebt man die Messer. Der Arbeiter hält das Rad *x* mit der linken Hand, während die rechte die Kurbel *m* in Bewegung setzt und dadurch mit Hülfe der Zahnstange *o* die Messer hebt. In dieser Weise fühlt der Arbeiter, wenn die Messer an die Preßplatte im Cylinder *a* anstoßen. Hat er das bemerkt, so läßt er das Rad *x* los und hebt die Messer noch um etwas. Dadurch wird die obere Preßplatte durch die Messer von dem Teige abgehoben, der Teig ist jetzt vollständig durchschnitten. Legt man nun die Kurbel wieder zurück, so werden dadurch, sowie durch das Gegengewicht *p* die Messer wieder in die Theilplatte hineingezogen. Wenn dann endlich durch Drehen des Rades *x* der Cylinder *a* genügend gehoben ist, kann man die 50 nun isolirt neben einander liegenden Teigstücke von der Theilplatte fortnehmen, auswirken rc. Die Stellschraube *l* dient dazu, bei der Reinigung der Maschine den oberen Theil dauernd zu befestigen.

Der Preßtisch *e f* besitzt eine Länge und Breite von 0,523 m, die Maschine verlangt also wenig Raum. Zweckmäßig wird sie so aufgestellt, daß der Preßtisch *e f* in einer Ebene liegt mit dem Wirktisch, auf den die Teigstücke von der Theilmaschine gebracht werden. Die Theilplatte *c c* besitzt den Durchmesser von 380 mm. Eine einfache Rechnung zeigt, daß dann der Durchmesser des mittleren Kreises 268 mm, der des inneren Kreises 120 mm betragen muß. Die Fläche des inneren Kreises mißt demnach 113 qcm, die des Zwischenraumes zwischen dem inneren und dem mittleren Kreise 451 qcm, endlich der Raum zwischen dem mittleren und dem äußeren Kreise 569 qcm, so daß auf jeder Theilfläche, bei Berücksichtigung der zwischen ihnen liegenden Schlitze für die Messer, der Flächenraum 22 qcm betragen muß.

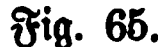
Der Fabrikant sagt in seinem Empfehlungsschreiben, daß die Maschine Teigstücke von 0,6 bis 10 Kg Gewicht in 3 bis 4 Secunden in 50 gleiche Theile

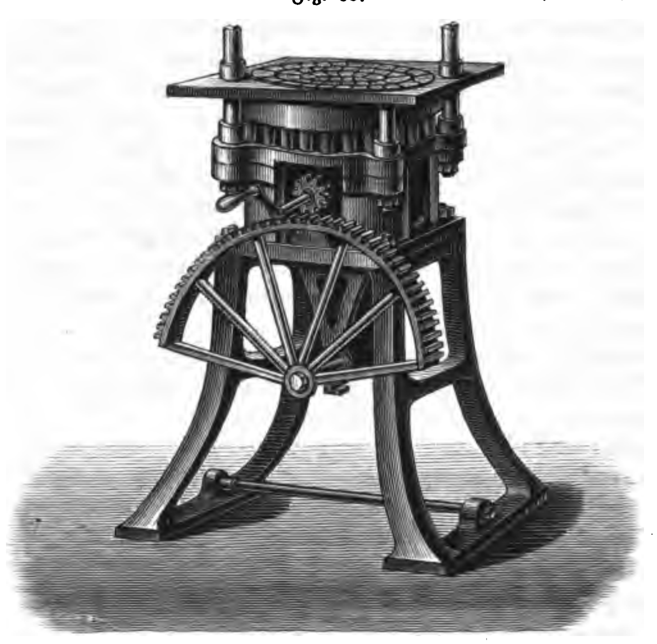
zerlegen kann, ein Arbeiter leistet mit der Maschine so viel als sechs Arbeiter mit gewöhnlicher Handarbeit.

Solche Maschinen verkauft die Firma F. Brüning in Halle an der Saale zum Preise

von 510 Mark ohne Zählapparat
„ 540 „ mit Zählapparat.

Die etwas unbequeme und beschwerliche Arbeit mit der großen Kurbel hat die Firma Brüning beseitigt durch Ersatz der Kurbel durch einen Zahnradsector, ein „Fächerrad“, wie es Fig. 65 veranschaulicht, bei der der obere unverändert gebliebene Theil der Maschine fortgelassen ist [1]).


Fig. 65.



Eine etwas andere Einrichtung giebt die Firma F. Herbst in Halle an der Saale den Teigtheilmaschinen. Fig 66 giebt eine Vorstellung von diesen Apparaten [2]), die jedenfalls manche Vorzüge vor den eben beschriebenen haben. Namentlich zwei Unannehmlichkeiten waren mit dem Betrieb der Brüning'schen Maschine verbunden, erstens das Drehen der großen Kurbel, das Brüning, wie oben bemerkt, selbst zu beseitigen suchte, zweitens war aber auch die Stellung der

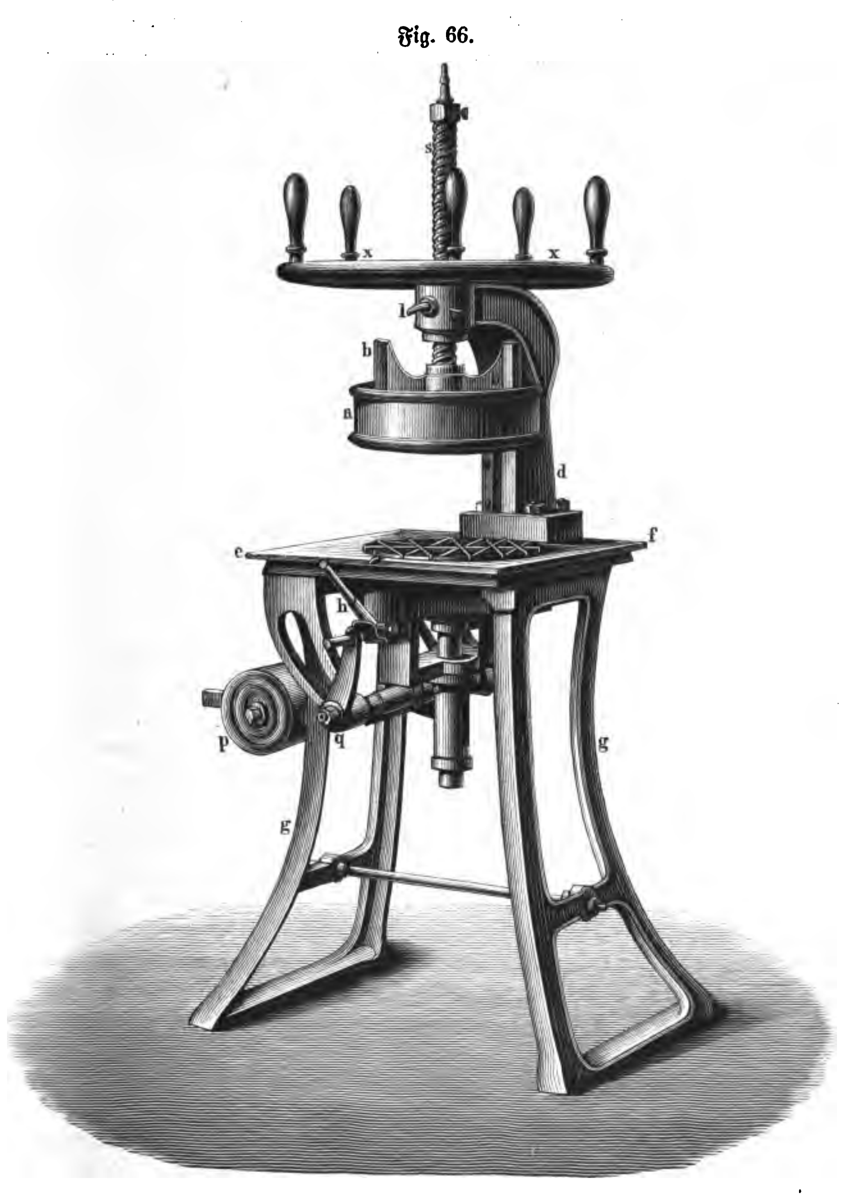
---

[1]) Die Zeichnung ist entnommen aus der Bäcker- und Conditorzeitung vom 28. April 1877.

[2]) Zeichnung und Beschreibung sind entnommen aus der Bäcker- und Conditorzeitung vom 15. Decem. 1876.

Säulen auf dem Theiltische sehr störend für den mit der Maschine beschäftigten Arbeiter.

Fig. 66.



Diesen beiden Mängeln hat F. Herbst in folgender Weise abgeholfen. Zunächst hat er die beiden Säulen auf dem Theiltische durch einen passend gekrümmten Arm *d* ersetzt. Dieser Arm, an der Rückseite der Theilplatte befestigt

durch starke Schrauben, steht in seinem unteren Theile senkrecht, biegt sich aber oben so weit vor, daß er die Spindel *s* mit dem Griffrade *x* genau über der Mitte von *ef* trägt. Zur richtigen Führung des cylindrischen Ringes *a* ist in den verticalstehenden Theil von *d* eine Nute eingeschnitten, in der ein an *a* angegossener und sauber bearbeiteter sogenannter Schwalbenschwanz gleitet. Durch diese Einrichtung ist es möglich den Cylinder *a* senkrecht auf- und abzubewegen, ohne daß er im Geringsten nach links oder rechts, noch nach vorn oder hinten ausweichen kann.

Um die große Kurbel entbehren zu können, hat F. Herbst die Messer in der Theilmaschine festgestellt und hat die Theilscheibe beweglich gemacht. Ruht die Maschine, so bilden Messer und Theilscheibe eine ganz genau mit einander abschneidende Fläche. Soll getheilt werden, so legt man, wie bei der früher beschriebenen Maschine, das Stück Teig in die Mitte der Theilscheibe, dreht die Spindel herunter und preßt zunächst den Teig gleichmäßig breit aus. Man kann hier mit großer Gewalt den festesten Teig auspressen, ohne daß die Maschine nachgiebt. Nun klappt man den kleinen Griff *h* so auf, daß er eine senkrechte Stellung erhält, in der Preßplatte ist ein Einschnitt gemacht, in welchen der Griff eindringt. Ist das geschehen, so treibt man die Spindel *s* noch so weit nach unten, bis die Schraubenmutter, welche oben auf der Spindel sitzt, auf das Rad *x* aufschlägt. Durch diese Operation wird der gepreßte Teig durch den Preßkolben, welcher sich im Cylinder *a* bewegt, in die 50 Fächer zwischen den Messern hineingedrückt, was dadurch möglich ist, daß in Folge des Hochklappens des erwähnten Ausrückers die Theilscheibe nachgiebt, also entsprechend dem von oben kommenden Drucke sich nach unten senkt, so daß der Teig in die freiwerdenden Fächer der Messer eintreten kann.

Sobald der Teig auf diese Weise durchschnitten ist, treibt man die Spindel mit dem Preßkolben und Cylinder mit einem Ruck wieder hoch; die Theilscheibe mit dem getheilten Teig wird, sobald der Druck von oben aufhört, durch das Gegengewicht *p* gehoben und befindet sich, sobald der Cylinder *a* sich zu heben beginnt, wieder in der zuerst geschilderten Ruhelage, der Teig kann dann sofort weggenommen werden. Das Gegengewicht kann in seiner Wirkung modificirt werden durch die Schraube *g*, jenachdem man steifen oder weichen Teig zu verarbeiten hat.

Solche Teigtheilmaschinen, von denen hier nur einige näher besprochen sind, werden noch von mehreren anderen Firmen geliefert, so von H. Brückner in Berlin, Karl Wachtel in Lorsbach im Taunus bei Frankfurt am Main, J. W. Lehmann in Dresden, W. Model in Stuttgart, Sonntag u. Comp. in Leipzig 2c. Auf alle diese Constructionen näher einzugehen ist hier nicht der Ort, im Wesentlichen haben diese Maschinen sämmtlich die Einrichtung wie die oben geschilderten. Meistens werden sie geliefert zur Theilung des Teiges in 50 oder 32 Thle.

Die abgewogenen oder durch diese Theilmaschinen erzeugten Teigstücke werden nun zunächst ausgewirkt, sie werden unter den Händen gewalzt und gedrückt, um sie durchaus gleichmäßig zu machen, etwaige einzelne Brocken zu einem homogenen Stück zu vereinigen, und um ihnen zugleich die Gestalt des Brotes zu ertheilen. Auch diese Arbeit soll in neuerer Zeit auf mechanischem Wege vorgenommen werden, Carl Hailfinger in Wien hat eine Teigwirkmaschine construirt. Ueber

die Einrichtung dieser Maschine ist aber noch wenig bekannt geworden. Nach einer freundlichen Mittheilung des Herrn Roman Uhl ist diese Maschine nur zum Formen der Semmeln zu verwenden, wird aber selbst in Wien nicht benutzt, weil ihre Anwendung nur da motivirt erscheint, wo hinreichend geschulte Arbeiter fehlen, um das Formen des Gebäcks mit der Hand zu besorgen. Der Apparat ist also noch zu wenig verbreitet, als daß hier auf denselben Rücksicht zu nehmen wäre.

Die geformten Teigstücke bleiben einige Zeit sich selbst überlassen, damit sie gehörig in Gährung gerathen, gehen. Ist das geschehen, haben die Teigklumpen ihr Volum richtig vergrößert, so werden sie in den Ofen gebracht und gebacken.

4. Die Backöfen.

Um die Güte eines Backofens beurtheilen, um verschiedene Constructionen in ihrer Wirkung mit einander vergleichen zu können, muß man sich von vornherein darüber klar werden, was ein solcher Ofen leisten muß.

Der Teig, der in den Backofen eingeschossen wird, besteht, wie oben angedeutet, durchschnittlich aus 100 Thln. Mehl, 75 Thln. Wasser, Salz und dem nöthigen Lockerungsmittel. Die beiden letzten sind in so kleiner Menge vorhanden, daß sie, wie auch die durch die Gährung gebildete Kohlensäure und der Alkohol, bei den hier folgenden Betrachtungen unberücksichtigt bleiben können. Berechnet man die Feuchtigkeit des lufttrocknen Mehles zu durchschnittlich 15 Proc., so sind im Teige aus 100 Thln. lufttrocknem Mehl 85 Thle. trockne Substanz auf 90 Thle. Wasser vorhanden, der Teig besteht also aus rund 48,5 Proc. Trockensubstanz und 51,5 Proc. Wasser.

Aus diesem Teige wird durch die Wirkung der Wärme im Ofen Brot. Wie später noch eingehender besprochen werden soll in dem Capitel über Ausbeute an Brot liefern die obigen 175 Thle. Teig im Durchschnitt 130 Thle. Brot. Der Gewichtsverlust besteht fast ganz aus Wasser, an Trockensubstanz verliert man beim Backen einen so geringen Betrag, daß derselbe hier vernachlässigt werden kann. 175 Thle. Teig verlieren also beim Backen durchschnittlich 45 Thle. Wasser. Um 100 Kg Brot zu erhalten, muß man nach dieser Berechnung rund aus 135 Kg Teig 35 Kg Wasser verdampfen, es hinterbleiben dann beim Backen 100 Kg Brot mit 65 Kg Trockensubstanz und 35 Kg Wasser.

Beim Backen muß aber nicht allein die Wärmemenge in richtiger Weise zugeführt werden, welche zum Verdampfen dieses Wassers nothwendig ist, sondern die ganze Teigmasse muß auf 100° C. erhitzt werden, um die Krume zu bilden, und außerdem sind die äußeren Schichten des Brotes auf eine Temperatur von etwa 200° C. zu bringen, um die Krustenbildung zu erreichen. Das Verhältniß von Krume zu Rinde ist verschieden je nach der Größe der Brote. Je größer das Brot, um so weniger beträgt procentisch das Gewicht der Rinde. Als Durchschnitt nimmt man an, daß 100 Thle. Brot aus 70 Thln. Krume und 30 Thln. Rinde bestehen. Die Krume enthält durchschnittlich 42 bis 43 Proc. Wasser, die Rinde 18 Proc.

Faßt man alle diese Verhältnisse zusammen, so müssen, um 100 Kg Brot zu erzeugen, 135 Kg Teig gebacken werden. Dabei sind

	35 Kg Wasser zu verdampfen;	
Rinde	24,6 Kg Trockensubstanz 5,4 Kg Wasser	auf 200° C. zu erhitzen;
Krume	40,4 Kg Trockensubstanz 29,6 Kg Wasser	auf 100° C. zu erwärmen.

Die dazu nothwendig zuzuführende Wärmemenge ist leicht zu berechnen. Nimmt man an, das Brot habe vor dem Einschießen in den Ofen die Temperatur von 20° C., nennt man die Wärmemenge, welche 1 Kg Wasser zum Erwärmen um 1° C. nothwendig hat, eine Wärmeeinheit, berücksichtigt man, daß 1 Kg Wasser von 100° noch 536 Wärmeeinheiten gebraucht, um in Dampf von 100° sich zu verwandeln, und setzt man schließlich die specifische Wärme des Mehles = 0,3, eine Zahl, welche gewiß der Wahrheit sehr nahe kommt, da Zucker, Mannit rc., also Substanzen, welche in der Zusammensetzung mit Stärke übereinstimmen, diese specif. Wärme besitzen [1]), so berechnet sich die Wärmemenge, welche dem Teig zugeführt werden muß, beim Backen von 100 Kg Brot folgendermaßen:

Zum Erhitzen von 35 Kg Wasser von 20° auf 100°	.35.80	= 2 800	W.-E.
„ Verdampfen von 35 Kg Wasser von 100°	....35.536	= 18 760	„
„ Erhitzen von 24,6 Kg Mehl von 20° auf 200°	24,6.180.0,3	= 1 328	„
„ „ „ 5,4 Kg Wasser von 20° auf 200°	5,4.180	= 972	„
„ „ „ 40,4 Kg Mehl von 20° auf 100°	40,4.80.0,3	= 970	„
„ „ „ 29,6 Kg Wasser von 20° auf 100°	29,6.80	= 2 368	„
	Summa	27 198	W.-E.

Danach gebraucht 1 Kg Brot zum Ausbacken 272 Wärmeeinheiten. Rundet man diese Zahl ab, weil die specif. Wärme des Mehles vielleicht etwas höher liegt als 0,3 und die Anfangstemperatur möglicher Weise auch etwas zu hoch gegriffen wurde, so kann man annehmen, daß 1 Kg Brot zum Ausbacken rund 300 Wärmeeinheiten verlangt.

Natürlich kann diese Zahl nur auf annähernde Richtigkeit Anspruch machen. In der mir zugänglichen Literatur fand ich nur wenige Angaben über diesen Punkt und diese stimmten nur theilweise mit der oben berechneten überein. Schinz giebt in seiner „Wärmemeßkunst“ (Stuttgart 1858) auf Seite 390 an, daß 1 Pfd. Brot 420 W.-E. (hier ist die Wärmemenge als Wärmeeinheit bezeichnet, die 1 Pfd. Wasser zur Erwärmung um 1° C. nöthig hat) zum Backen erfordere. Diese Zahl ist entschieden zu hoch. Auf Seite 391 aber berechnet er, daß 400 Pfd. Brot in Summa 12 780 W.-E. verlangten, also 1 Pfd. 319 W.-E. Diese letzte Zahl kommt der oben von mir berechneten hinreichend nahe. Schinz ist deshalb zu höheren Zahlen gekommen, weil er den Wassergehalt des Teiges zu groß

[1]) Kopp, Ann. Chem. Pharm. Suppl. III. 298.

nimmt. Er setzt voraus, die 400 Pfd. Brot würden aus einem Teige hergestellt, der auf 266 Thle. Mehl 400 Thle. Wasser enthielte. Nimmt man an, Schinz habe 266 Pfd. absolut trocknes Mehl gemeint, und rechnet daher von dem Wasser zum Mehl so viel, daß es lufttrocken mit 15 Procent Wassergehalt in den Teig käme, so würden immer noch 313 Pfd. lufttrocknes Mehl auf 353 Pfd. Wasser kommen, ein Verhältniß, das wohl nie in einem auf Brot verarbeiteten Teige vorkommt.

Gebrüder Völker[1]) in Stuttgart nehmen an, daß 100 Kg Brot zum Ausbacken 25513 W.-E. beanspruchen. Dabei gehen sie indessen von der Voraussetzung aus, daß 100 Kg Brot aus 113 Kg Teig erbacken würden, also nur 13 Kg Wasser zu verdampfen seien. Es kann daher nicht auffallen, daß sie zu kleineren Zahlen kamen, als sie oben angegeben sind.

Nahe mit meiner obigen Berechnung stimmt auch die Angabe von Rollet[2]) überein, nach der 100 Kg Brot zum Backen verlangen:

31 854 W.-E. wenn man 130 Kg Brot aus 100 Kg Mehl bereitet;
32 194 W.-E. wenn man 140 „ Brot aus 100 „ Mehl bereitet;
32 488 W.-E. wenn man 150 „ Brot aus 100 „ Mehl bereitet.

Wahrscheinlich hat Rollet bei der Berechnung dieser Zahlen keine Rücksicht genommen auf die Anfangstemperatur, mit der der Teig in den Ofen kommt.

Bedenkt man nun, daß 1 Kg lufttrocknes Holz (mit 20 Proc. Wasser) bei vollständiger Verbrennung etwa 3000 W.-E., daß 1 Kg Steinkohlen mittlerer Qualität unter denselben Verhältnissen 7000 W.-E. liefert, so müßte 1 Kg Holz ausreichen, um 10 Kg Brot, 1 Kg Steinkohlen, um 23 Kg Brot zu backen. Und doch brauchen selten benutzte Oefen (z. B. auf dem Lande) für jedes Kilogramm Brot ein Kilogramm Holz, selbst stark betriebene gewöhnliche Bäckerbacköfen verlangen für 1 Kg erzeugtes Brot durchschnittlich 0,2 bis 0,3 Kg Holz. Man erkennt aus diesen Zahlen, daß man weit davon entfernt ist, in den gewöhnlichen Backöfen das Brennmaterial rationell auszunutzen. Allerdings muß man berücksichtigen, daß die oben berechnete theoretisch nothwendige Wärmemenge nur als ein Minimum des Wärmeverbrauches angesehen werden kann, daß weitere Wärme erforderlich ist zur Abführung der Verbrennungsgase, zur Erwärmung des Backofens, der durch denselben strömenden Luft und zur Ersetzung des regelmäßig stattfindenden Wärmeverlustes nach außen.

Es sind nun von vielen Seiten Vorschläge gemacht worden, um diese älteren Ofenconstructionen zu verbessern. Um derartige neue Einrichtungen beurtheilen zu können, muß man sich klar werden über die Aufgabe, die ein solcher Apparat zu erfüllen hat. Die Wärme, die dem Teig zugeführt werden muß, um ihn in Brot zu verwandeln, darf nicht allmälig in dem Ofen hervorgebracht werden, während er beschickt ist, der Ofen muß von vornherein eine Wärmemenge von hoher Temperatur in sich aufgespeichert enthalten, welche mehr als ausreicht, um den Teig zu backen. Wenn der Teig in den kalten Ofen käme und dieser würde nun allmälig erhitzt, so würde die durch die Erwärmung ausgedehnte Kohlensäure durch den lockeren Teig sich leicht einen Weg bahnen, der Teig würde nach dem Austritt der Kohlen-

[1]) Dingl. polyt. Journ. 148, 351. — [2]) Mémoire sur la meunerie, la boulangerie et la conservation des graines et des farines. Paris 1847.

säure leicht zusammensinken, das Brot würde dicht werden und bei längerem Verweilen im Ofen eine hornartige, mangelhaft gelockerte Masse bilden. Jeder Bäcker weiß, daß das Brot fließt, dicht wird, wenn der Ofen beim Einschießen des Teiges zu kalt ist. Wird aber die Oberfläche des Teiges gleich beim Einschießen auf höhere Temperatur erhitzt, so bildet sich, namentlich wenn der Ofen mit heißen Wasserdämpfen gefüllt ist, schnell eine Decke von Dextrin auf der Teigoberfläche. Im Wasser der Brote löst sich dieses Dextrin so weit auf, daß es nach Verdampfen des Wassers als zusammenhängende dicht schließende Schicht das Brot umgiebt, und nun das Austreten der Kohlensäure, sowie der Wasserdämpfe aus dem Inneren des Brotes verhindert oder doch sehr erschwert. Unter dieser noch elastischen Decke lockert die sich ausdehnende Kohlensäure das Brot. Schreitet die Erhitzung rasch vor, so kann die entweichende Kohlensäure leicht die noch nicht gehörig widerstandsfähige Rinde zerreißen, es findet dann ein Zusammenfallen, ein Speckigwerden der Krume innerhalb der Rinde statt. Das ist der Grund, weshalb man häufig das Brot, wenn es eben angefangen hat eine Kruste zu bilden, noch einmal aus dem Ofen herauszieht und außerhalb des Ofens, also bei verhältnißmäßig niederer Temperatur, die Volumvermehrung durch die sich ausdehnende Kohlensäure verlaufen läßt. Ist das geschehen, so überstreicht man die Brote noch einmal mit Wasser, ertheilt also der dünnen Rinde größere Elasticität und schiebt die Beschickung wieder in den Ofen. Namentlich die neueren Backöfen mit beweglicher Ofensohle erlauben diese rationelle Rindenbildung.

Die oben gegebene Erklärung für die Bildung und Wirkung der Brotrinde wird zunächst unterstützt durch die Erfahrung, daß das Brot nur dann gelb gefärbt wird, wenn es in feuchtem Zustande rasch auf die Temperatur von 150 bis 160° C. erhitzt wird. Will man das Brot möglichst weiß und trocken haben, so muß man den Teig bei 60 bis 70° C. trockenen und dann allmälig über 100° C. erwärmen. Unter diesen Umständen tritt die Bildung des gefärbten Röstproductes viel schwerer ein. Directe Versuche zeigten mir aber auch, daß die Rindenbildung die Verdampfung des Wassers aus dem backenden Teige sehr erschwert. Weißbrotteig mit etwa 45 Proc. Wassergehalt verlor bei einer Erwärmung auf 180° C. während einer halben Stunde 26,25 Proc. Wasser unter Bildung eines hellgelben gut ausgebackenen Brotes. Derselbe Teig verlor beim Erwärmen auf 200° C. während einer halben Stunde 28,34 Proc. Wasser. In diesem letzten Falle war das Brot dunkelgelb geworden und hatte eine starke Rinde erhalten. Wäre die Verdampfung des Wassers durch die dichte Rinde nicht erschwert, so hätte im letzten Versuche, bei dem $^1/_9$ mehr Wärme zugeführt wurde, als bei dem ersten Versuche, auch $^1/_9$ mehr Wasser verdampfen müssen, d. h. im Ganzen 29,17 Proc. statt der beobachteten 28,34 Proc. Aehnliche Resultate wurden auch erzielt bei dem Backen von Schwarzbrotteig bei verschiedenen Temperaturen. Nahezu gleich schwere Teigstücke desselben wurden auf 200° C. und auf 250° C. während einer halben Stunde erhitzt. Bei 200° C. verlor der Teig 30,7 Proc., bei 250° C. 34,1 Proc. Wäre die Verdampfung des Wassers durch die Rinde nicht verhindert, so hätte im zweiten Falle $^1/_4$ mehr Wasser ausgetrieben werden müssen, als im ersten, in Summa also 38,4 statt 34,1 Proc.

Aus diesen Versuchen folgt entschieden, daß die Verdampfung des Wassers während des Backens erschwert wird. Das ist zum Theil bedingt durch den Widerstand, den die Rinde den Wasserdämpfen leistet, zum Theil aber wohl auch durch eine chemische Bindung des Wassers durch das in Kleister verwandelte Stärkemehl.

Von vornherein muß also der Ofen die nöthige Temperatur besitzen, um rasch die Rindenbildung erreichen zu lassen. Das Material der Ofenwand muß aber auch so gewählt werden, daß die Wärmemenge in der richtigen Zeit an das Brot abgegeben wird. Die Wandung des Ofens muß aus schlechten Wärmeleitern hergestellt werden, welche Wärmen von hoher Temperatur aufnehmen können und allmälig an den abkühlenden Backraum abgeben.

Sodann ist zu berücksichtigen, daß eine Heizung, welche nur von außen auf die Ofenwandung einwirkt, kaum genügen kann. Liegt die Heizung allein unter der Sohle des Ofens, so ist die Gefahr vorhanden, daß diese zu stark erhitzt werden muß, um allen Theilen des Ofens die richtige Temperatur zu geben, es ist also zu fürchten, daß das Brot auf dieser heißen Sohle verbrennt. Läßt man die Verbrennungsgase der Feuerung aber allein über der Wölbung des Ofens circuliren, so wird es sehr schwer sein, das Gewölbe so stark zu erhitzen, daß es in genügender Weise in den Backraum Wärme ausstrahlt. Sehr rationell aber ist es, die Wölbung des Ofens über der Steinkohle aus Eisenblech herzustellen und die über diesem liegenden Züge wieder aus Steinen zu erbauen. Die eigentliche Ofenwand liegt dann erst in diesen Zügen, und von den Steinen aus, welche diese Züge begrenzen, wird durch Vermittelung der Eisenwölbung die Wärme leicht und sicher in dem Backraume wirken. Ein solcher Ofen ist dann doch eigentlich von innen geheizt, obgleich die Züge den Backraum nur von außen zu umgeben scheinen.

Endlich muß im Ofen während des Backens die Luft mit stark erhitztem Wasserdampf gesättigt sein, wenn die Bildung einer glänzenden leicht verdaulichen Kruste eintreten soll. Es sind daher Oefen, bei denen die Heizung durch Durchströmen von stark erhitzten Gasen durch den Backraum stattfindet, nur da mit Vortheil anwendbar, wo ein möglichst vollständiges Austrocknen des Gebäcks beabsichtigt ist, z. B. bei der Bereitung von Schiffszwieback. Für die Erzeugung des gewöhnlichen Brotes muß der Ofen leicht abgeschlossen werden können, so daß man den Abzug der Wasserdämpfe reguliren kann.

Die allgemeinen Bedingungen für einen Backraum lassen sich also dahin zusammenfassen, daß derselbe aus schlechten Wärmeleitern erbaut oder wenigstens von solchen umgeben sein muß, daß er über einer flachen Sohle ein Gewölbe tragen muß, welches (am zweckmäßigsten von außen) erhitzt, die Wärme in den Backraum strahlt, und daß er endlich leicht dicht abzuschließen ist zur Vermeidung eines Verlustes an Wasserdampf und zur Verhütung einer zu starken Abkühlung durch einströmende kalte Luft.

Vielen von diesen Bedingungen genügt der uralte Backofen, dessen Einrichtung Jahrtausende hindurch keine wesentliche Aenderung gefunden hat. Bei den Ausgrabungen in Pompeji fand man Backöfen, welche genau die Construction besitzen, wie die Oefen, welche heute noch auf dem Lande bei uns benutzt werden. Natürlich aber ist es, daß man die reichen Erfahrungen auf dem Gebiete der Heizeinrich-

tungen in neuerer Zeit auch für die Backöfen verwerthet hat, eine ganze Reihe von neuen Constructionen ist mit mehr oder weniger praktischem Erfolg durchgeführt worden.

Wenn nach den obigen Betrachtungen an dem Princip der alten Backofeneinrichtungen nichts Wesentliches geändert werden kann, so hat man vorzugsweise eine rationellere Ausnutzung der Wärme in den Oefen angestrebt. Dieses Ziel suchte man in drei Richtungen zu erreichen: durch Einführung von continuirlichem Betrieb, durch Verbesserung der Heizeinrichtungen, durch Benutzung der Abwärme des Ofens.

Daß durch continuirlichen Betrieb eine große Ersparniß an Brennmaterial beim Heizen der Backöfen erzielt werden kann, liegt auf der Hand. Bei periodischem Gebrauch giebt die ganze Masse des Ofens die in ihm aufgespeicherte Wärme an die Umgebung ab und diese muß beim nächsten Betriebe wieder ersetzt werden. Die zum Anheizen des Ofens nöthige Menge Brennmaterial vertheilt sich bei continuirlichem Betriebe auf eine größere Menge des Gebäckes. Nach Hülsse [1]) ergeben sich für einen gewöhnlichen Backofen älterer Einrichtung, in welchem jedesmal 100 Kg Brot gebacken werden, etwa folgende Verhältnisse:

Es sind erforderlich

beim ersten Satze . . .	32 Kg	Holz
„ zweiten Satze . . .	12 „	„
„ dritten Satze . . .	8 „	„
„ vierten Satze . . .	7,5 „	„

und ebensoviel bei jeder folgenden Ofenfüllung. Auf je 100 Kg Brot sind danach bei nur einmaligem Backen 32 Kg Holz erforderlich, bei viermal hinter einander stattfindendem Backen nur noch $\frac{32 + 12 + 8 + 7,5}{4} = 14,9$ Kg Holz, bei zehnmal hinter einander folgenden Einsätzen durchschnittlich $\frac{32 + 12 + 8 + 7 . 7,5}{10} = 10,45$ Kg Holz ꝛc. Hier tritt der Vortheil des continuirlichen Betriebes von Backöfen sofort deutlich hervor, man sollte Alles aufbieten, um der Verschwendung an werthvollem Brennmaterial, die namentlich auf dem Lande, wo jede Haushaltung nur zu häufig noch das für sie nöthige Brot selbst erzeugt und dabei nach langen Ruhepausen den Ofen für einmalige Backung heizt, zu steuern.

Seit längerer Zeit hat man diesen national-ökonomisch wichtigen Verhältnissen seine Aufmerksamkeit zugewandt und hat mit Recht eine Centralisation der Brotbereitung angestrebt. Der erste Schritt in dieser Beziehung ist die Errichtung von Gemeindebacköfen gewesen, in denen sämmtliche Bewohner eines Ortes nach einander ihr Brot backen, oder der von einem von der Gemeinde angestellten Bäcker betrieben wird. Hülsse berechnet in seiner im Jahre 1859 erschienenen oben erwähnten Abhandlung, daß damals im Königreich Sachsen noch für etwa 800 000 Bewohner jährlich 2 400 000 Scheffel Getreide in Privatöfen auf Brot verbacken würden, und daß bei Benutzung von Gemeindebacköfen allein dort

[1]) Supplemente zu Prechtl's Encyclopädie 2, 97.

die bedeutende Summe von 146 188 Thalern pro Jahr erspart werden könnte. Bei den heutigen Holzpreisen müßte die Ersparniß natürlich noch viel größer sein. Noch rationeller wäre es, namentlich in Bezug auf die Qualität des Brotes, die Brotbereitung an Tag und Nacht arbeitende Fabriken zu übertragen, die dann an Landwirthe das Brot gegen eine bestimmte Menge Mehl oder Getreide liefern müßten.

Bei der Verbesserung der Heizeinrichtungen hat man zunächst namentlich dahin gestrebt, den Heiz- oder Feuerraum von dem eigentlichen Backraum zu trennen und dadurch eine rationelle Ausnutzung des Brennmaterials zu ermöglichen. Bei dieser Trennung der beiden Theile des Ofens war es auch möglich, mineralisches Brennmaterial, Braunkohlen, Steinkohlen, in Anwendung zu bringen. Es ist ein durchaus unbegründetes aber leider noch sehr verbreitetes Vorurtheil der Bäcker, daß man mit Steinkohlen nicht im Stande sei, ein reinschmeckendes vorzügliches Brot zu erzielen. Die Benutzung der unten beschriebenen Oefen mit Steinkohlenheizung breitet sich mit Recht immer mehr aus. Natürlich hat man auch bei Backöfen die neueren Heizeinrichtungen mit überhitztem Dampf und Wasser in Anwendung gebracht, man hat dadurch namentlich eine gleichmäßige Heizung der Oefen erreicht. Schinz hat sogar einen Gas-Backofen in Vorschlag gebracht.

In Bezug auf die rationelle Benutzung der Abwärme des Ofens ist zu erwähnen, daß man zunächst durch Umhüllung der Oefen mit Schichten von schlechten Wärmeleitern die Wärme im Ofen möglichst concentrirt hat. Sodann hat man sich bemüht, die durch die Züge entweichende Wärme zu verwenden zum Trocknen von Brennmaterial, zum Anwärmen von Wasser, das zum Backen benutzt wird, zum Heizen der Backstuben 2c. Schinz hat die Abwärme des Backofens verwendet zur Erwärmung von Wasser zum Zweck der Dampferzeugung.

Natürlich sind die Oefen die besten, welche möglichst wenig Wärme verloren gehen lassen, daher sind auch die Constructionen die vollkommensten, bei denen die möglichst geringe Zeit zum Oeffnen der Thür erforderlich ist, die also einer Reinigung im Inneren nicht bedürfen, bei denen ein Umsetzen der Brote nicht nothwendig ist und bei denen das Einsetzen und Herausnehmen am schnellsten erfolgen kann, also namentlich die Oefen mit mechanisch beweglicher Backsohle.

Nach diesen allgemeinen Betrachtungen wird der Werth der im Folgenden beschriebenen einzelnen Constructionen leicht zu schätzen sein. Es kann hier nicht erwartet werden, daß alle im Laufe der Zeit vorgeschlagenen Ofenconstructionen erwähnt werden, es mag genügen, Hauptrepräsentanten der einzelnen in Vorschlag gebrachten Backofenclassen zu schildern.

Man theilt die Backöfen gewöhnlich ein in folgender Weise:

1. Backöfen mit Verbrennung im Backraume.
2. Backöfen mit außerhalb des Backraumes liegender Feuerung und Durchzug der Verbrennungsproducte durch den Backraum.
3. Backöfen mit Heizung von außen durch Feuer-, Rauch- und Luftzüge.
4. Backöfen mit Zufuhr erhitzter Luft oder erhitztem Dampf in den Backraum.
5. Backöfen mit Benutzung von in Röhren stagnirendem oder circulirendem überhitzten Wasserdampf zur Heizung der Backfläche.

Der älteste und einfachste Backofen besteht aus einem runden oder ovalen, mit einem Gewölbe überspannten Herde, an dessen vorderer Seite sich die Oeffnung zum Einschieben der Brote befindet, die zugleich auch als Heizöffnung und sehr gewöhnlich auch als Rauchöffnung dient (das Mundloch).

Er ist aus Ziegeln und Lehm aufgemauert, die Herdsohle mit Ziegelplatten belegt oder aus Lehm geschlagen. Letzterer hält die Hitze besser und auch gleichförmiger, und das Backen geht besser auf demselben von statten, wenn mit starkem Holze geheizt wird; für dünngespaltenes Holz, Stroh, Reisig, die eine helle Flamme von kurzer Dauer geben, ist das Ziegelpflaster besser. Die Herdplatten legt man besser in Lehm ein, als in eine Sandschicht, da letztere die Wärme zu rasch auf die Brote überträgt, „zu stark hitzt", und dadurch das Brot leicht verbrennt.

Die Höhe des Gewölbes des Backofens muß so gering als möglich sein, damit die Hitze von oben gut zurückgeworfen, ausgestrahlt werde. Für schnellbrennendes Feuermaterial, wie Reisig, Stroh, beträgt sie 42 bis 58 cm, für gröberes Holz 28 bis 33 cm. Man giebt dem Gewölbe gewöhnlich zur Höhe den sechsten oder achten Theil der Länge des ovalen Herdes.

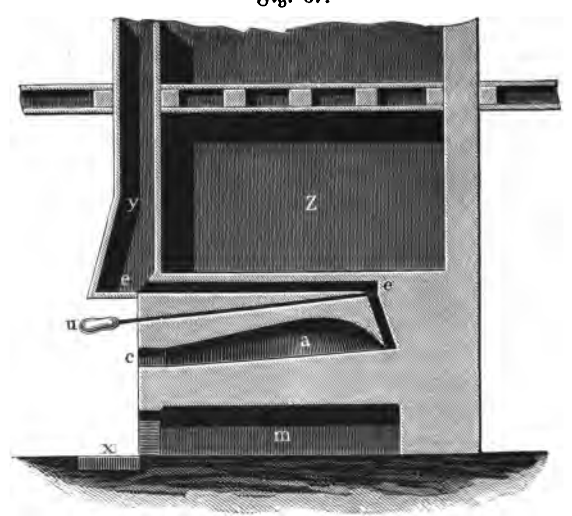
Die Größe des Mundloches richtet sich natürlich nach der Größe der einzuschießenden Brote und des Ofens. Das Mundloch ist mit einer Thür von Blech oder Gußeisen versehen, die gut in einen Rahmen schließt. Gewöhnlich befinden sich noch neben dem Mundloche zwei Oeffnungen, in denen man dünn gespaltenes Holz anzündet, um während des Einschiebens der Brote den Ofen zu erleuchten. Sie werden während des Backens verschlossen.

Wenn der Rauch aus dem Backofen durch das Mundloch entweicht, so muß über diesem ein Rauchcanal angebracht sein, durch welchen der Rauch in den Schornstein gelangt. Bei dieser Einrichtung des Ofens, welche die gewöhnliche ist, strömt durch den unteren Theil des Mundloches die zum Verbrennen des Feuermaterials nöthige atmosphärische Luft in den Ofen, und durch den oberen Theil des Mundloches treten die erhitzten Gasarten und der Rauch aus demselben. Diese müssen den Heizer sehr belästigen. Man hat deshalb auch die Backöfen, und namentlich die größeren, so eingerichtet, daß das Mundloch nur als Heizungsloch dient, der Rauch und die erhitzten Gase, welche bei dem Verbrennen entstehen, durch drei oder vier Oeffnungen (von 12 bis 14 cm Quadrat) entweichen, welche im hinteren Theile des Gewölbes angebracht sind, und in Canäle münden, die über das Gewölbe des Ofens gehen, durch Schieber mehr oder weniger geschlossen werden können und vorn über dem Mundloche in den Rauchfang treten.

Fig. 67 und Fig. 68 giebt eine Ansicht von einem solchen Ofen. Die Sohle *a*, auf der gebacken wird, ist 2,85 m breit und 3,42 m lang und mit dem flachen Gewölbe in einem Abstande von 43 cm überspannt; das Ansteigen nach hinten erleichtert die Arbeit und das Einsehen. Das Mundloch *c* ist vorn 72 cm breit; *eee* sind die erwähnten Canäle (Züge), welche durch die Schieber, die durch den Handgriff *u* zu bewegen sind, gesperrt werden können, so namentlich, nachdem der Ofen geheizt ist. Diese Schieber sind in neuerer Zeit vielfach durch Glocken aus Eisenguß oder aus Kupferblech ersetzt, die über Rohrstutzen herabgelassen werden können, in die die Züge *e* auslaufen. Es muß dann dafür gesorgt werden, daß die

Glocken mit ihrer Oeffnung in eine Sandschicht zu stehen kommen, wenn sie die Züge dicht abschließen sollen. Die Vertiefung x dient dazu, dem Bäcker einen bequemen, nicht zu hohen Standpunkt vor dem Mundloche zu geben; m ist der Raum für die Kohlen aus dem Ofen, o ist ein Wasserkessel, Z die Backstube,

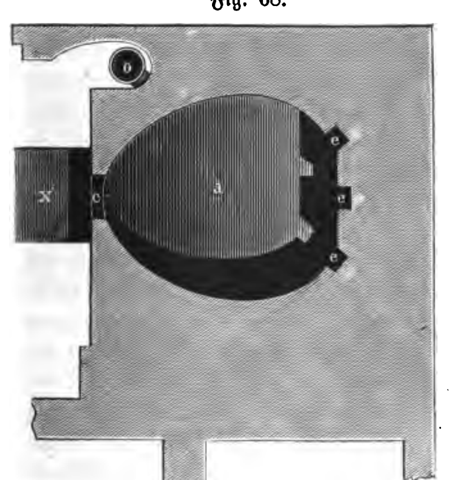
Fig. 67.



die mittelst der Wärme des darunter liegenden Ofens und des Kamins so geheizt wird, als es das Gehen des Teiges nöthig macht.

Man bringt bei dieser Einrichtung des Ofens das Brennmaterial mehr in den vorderen Theil desselben, ans Mundloch, weil die Flamme durch den Zug nach den Canälen geführt wird.

Fig. 68.



So nothwendig Zugcanäle für große Oefen sind, oder für die Anwendung gröberen und nassen Holzes, so machen sie doch für die gewöhnlichen Fälle das Heizen kostspieliger, da mehr Brennmaterial verzehrt wird. Die Verbrennung des Holzes erfolgt dann, wie bei jeder gut angelegten Feuerung, fast ganz vollständig; es werden nicht in gleicher Menge, wie bei den Backöfen ohne Züge als Nebenproduct Kohlen gewonnen.

Als Brennmaterial für den Backofen benutzt man fein und grob gespaltenes Holz, Stroh, Reisig und trocknes Gesträuch. Trocknes, fein gespaltenes, weiches Holz ist das beste. Der Ofen wird vorzüglich durch Flammenfeuer geheizt; man schichtet das Brennmaterial auf dem Herde kreuzweis und sucht möglichst gleichförmige

Erhitzung zu erreichen, indem man im hinteren Theile des Ofens anfängt und gegen die Mitte zu vorrückt. Daß der Ofen hinreichend geheizt ist, erkennt man daran, daß die zuerst am Ofengewölbe sich ansetzende Rußschicht verschwunden, daß das Gewölbe wieder weiß geworden ist, daß kleine Funken sich zeigen, wenn man mit einem Stocke gegen den Herd oder das Gewölbe reibt. Ist das Holz abgebrannt, so zieht man die glühenden Kohlen gegen das Mundloch des Ofens, um an dieser Stelle, welche schneller abkühlt, eine stärkere Hitze zu erzeugen. Dann nimmt man die Kohlen heraus und schüttet sie zum Verlöschen in den zu bedeckenden Kohlenbehälter. Die so als Nebenproduct gewonnenen Kohlen können fast zu allen den Zwecken benutzt werden, zu denen man im gewöhnlichen Leben Meilerkohlen anwendet. Diese Bäckerkohlen sind etwas leichter, lockerer und leichter entzündlich, als die Meilerkohlen. Der Werth dieser Kohlen kommt nahezu dem des angewandten Holzes gleich, da die Ausbeute an Kohle ungefähr eben so groß ist, als man sie bei der Meilerverkohlung erhält. Nach der Entfernung der Kohlen aus dem Ofen wird die Asche ausgeräumt und sodann die Sohle mit einem nassen Wische überfahren, theils um den Herd vor der Berührung mit dem Brote vollständig zu reinigen, theils, um diesen Theil des Ofens, der durch directes Auflagern der glühenden Kohlen zu stark erhitzt wurde, abzuschrecken. Bräunt sich Mehl, das man auf den Herd streut, rasch ohne zu verkohlen, so ist die richtige Hitze für das Beschicken des Ofens erreicht, schwärzt sich das Mehl noch, so muß man den Ofen noch „abstehen“, abkühlen lassen.

Die zum Heizen des Backofens nöthige Zeit und also auch die Menge des dazu erforderlichen Holzes sind begreiflich vorzugsweise davon abhängig, ob der Ofen nach dem vorhergegangenen Backen erkaltet ist, oder noch mehr oder weniger warm ist. Wird mehrmals hinter einander gebacken, so bringt man den Ofen in etwa einer halben Stunde wieder auf die erforderliche Temperatur; im anderen Falle kann eine Stunde und mehr dazu nöthig sein.

Wie das Holz im Allgemeinen mehr und mehr durch billigere Heizmaterialien, namentlich durch Braunkohlen und Steinkohlen, verdrängt wird, so treten auch beim Heizen der Backöfen diese mehr und mehr an dessen Stelle. Sie verlangen begreiflich einen Rost, da sie auf der platten Sohle des Backofens nicht verbrennen würden, indem die Luft dann nicht genügend in die Kohlenmasse einzudringen vermögte; der Backofen muß bei Benutzung von Mineralkohlen mit Zügen versehen sein und diese müssen mit einem stark ziehenden Schornsteine in Verbindung stehen. Um den Rost zu vermeiden hat man namentlich in England versucht die Oefen zu heizen mit Hülfe von Körben aus Eisenstäben, in denen Kohlen brannten, und die in die Oefen hineingestellt wurden. Bei uns haben diese Oefen kaum Eingang gefunden. Sehr verbreitet sind jetzt die sogenannten Magdeburger Backöfen für Kohlenheizung, die Einrichtung ist sehr einfach. Der Rost liegt vorn im Ofen, hinter dem Mundloche, über einem Aschenfalle, dessen Thür also unter dem Mundloche sich befindet. Die Roststäbe sind fein und schmal, und liegen einander sehr nahe. Die Breite des Rostes ist etwas größer als die Breite des Mundloches, die Länge, von vorn nach hinten, beträgt gegen 60 cm. Der ganze Rost ist um etwa 2 bis 3 cm in die Sohle des Ofens versenkt, so daß die Sohle, wenn der Rost durch vier oder fünf gußeiserne Platten gedeckt wird, vollkommen eben ist.

Ueber den Ofen gehen die schon oben bei dem Backofen für Holzfeuerung besprochenen Züge, meistens vier; sie münden vorn in den Raum über dem Ofengewölbe und dieser Raum steht mit einem Schornsteine in Verbindung. Zu dem Raume führt eine über dem Mundloche befindliche Thür, etwa von der Größe der Thür für das Mundloch; durch dieselbe kann man zu den Schiebern in den Zügen gelangen, aber auch noch in anderer Weise den Zug reguliren. Wird nämlich die Thür geöffnet, so wirkt begreiflich der Schornstein nicht durch den Rost. Zum Heizen des Ofens bringt man auf den Rost erst Holzkohlen, sobald diese glühen, die Braunkohlen oder Steinkohlen.

Diese Oefen haben noch mit den alten Holzöfen den großen Mangel gemeinschaftlich, daß sie den Backraum zugleich als Feuerraum benutzen. Die Flamme entwickelt sich auf der Herdsohle und liefert den größten Theil der Wärme der Verbrennungproducte an die Canäle ab, sie verläßt, sobald sie entstanden ist, den Backraum, statt an diesen ihre Wärme abzugeben.

Viel rationeller ist daher die zweite Classe der Backöfen, bei denen die von einer besonderen Feuerung gelieferte Flamme in den Backraum schlägt, um diesen zu erhitzen.

Eine derartige, durch langjährige Erfahrung bewährte Einrichtung besaßen bis zum Jahre 1874 die Steinkohlen-Oefen der Bäckerei in der Gußstahlfabrik von Krupp zu Essen, die Herr Uhlenhaut sen. in folgender Weise beschrieb.

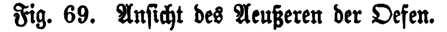
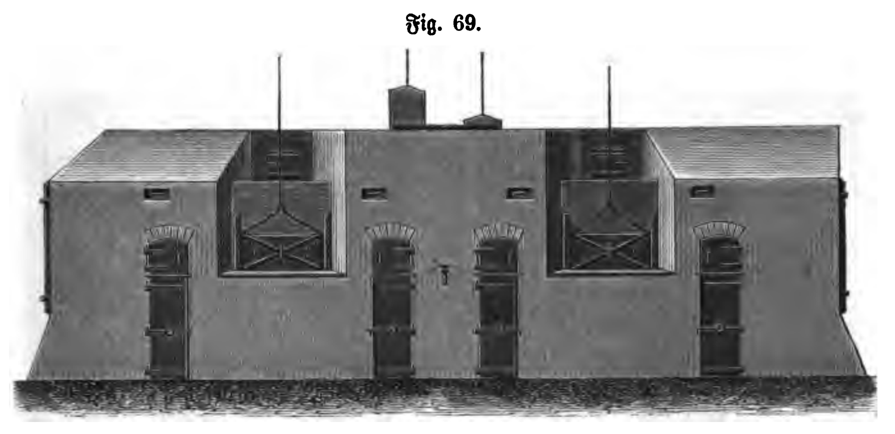

Fig. 69. Ansicht des Aeußeren der Oefen.

Fig. 69.

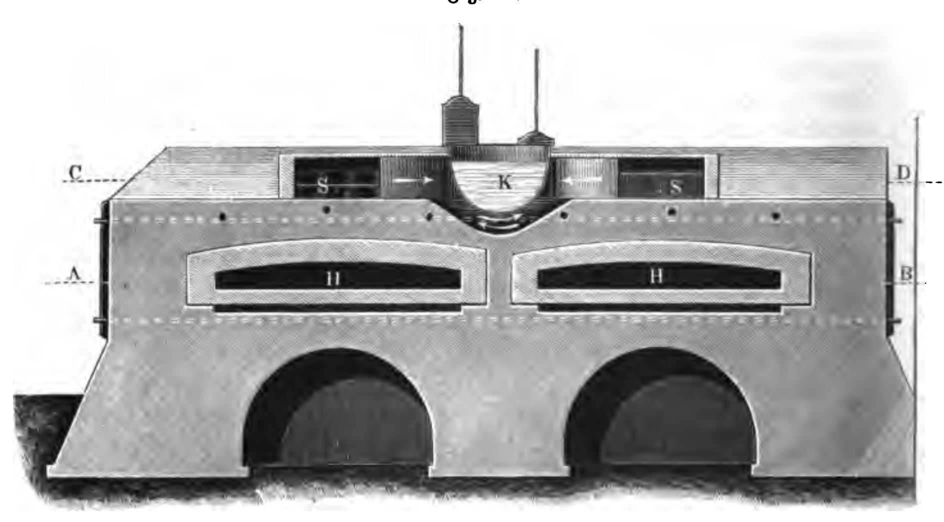


Man sieht, daß die Mundlöcher beider Oefen durch Schieberthüren verschließbar sind (Fig. 69). Zu beiden Seiten der Mundlöcher der Oefen liegen zwei Feuerungen für Steinkohlen (Fig. 69 und Fig. 71 *a a*), deren schräge Richtung die Flamme nöthigt, den ganzen Herd *H* zu bestreichen.

Am hinteren Theile des Herdes jedes Ofens gehen drei Züge (*x x x*, Fig. 72 und Fig. 73) in die Höhe und über dem Ofen zurück, um das Gewölbe des Ofens auch von oben zu erhitzen.

Fig. 70. Senkrechter Längendurchschnitt nach *J* ... *K* Fig. 71.

Fig. 70.



Jeder der Züge x ist mit einem Schieber versehen, welcher sich mittelst einer langen eisernen Stange, vorn am Ofen, aufziehen und zuschieben läßt.

Fig. 71. Horizontaler Querschnitt nach *A* ... *B* der Fig. 70.

Fig. 71.

Fig. 72. Horizontaler Querschnitt nach *C ... D* der Fig. 70.

Fig. 72.

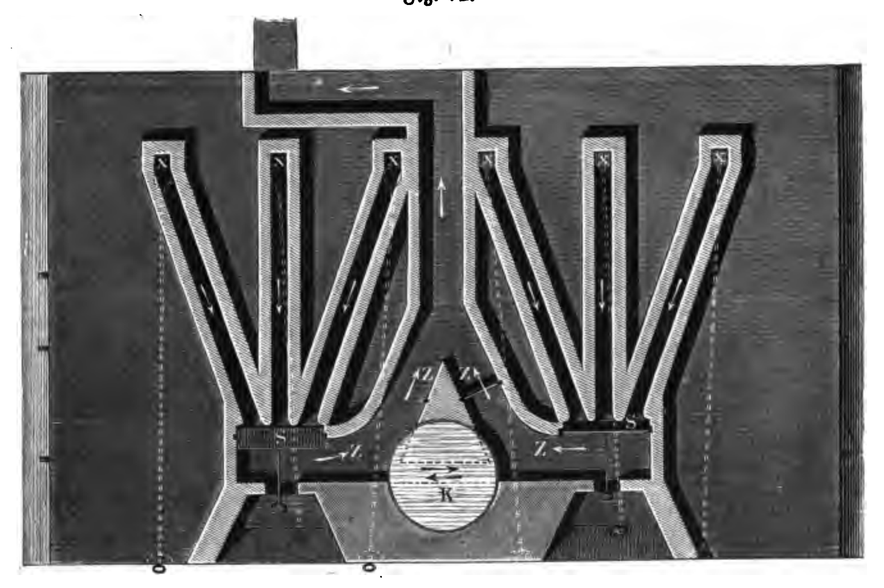
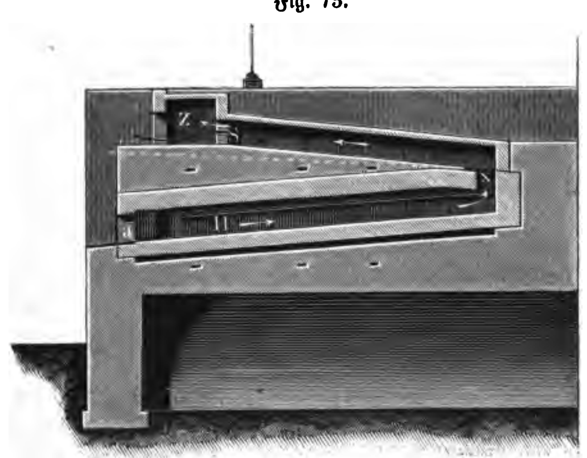


Fig. 73. Senkrechter Durchschnitt nach *E ... F* der Fig. 71.

Fig. 73.

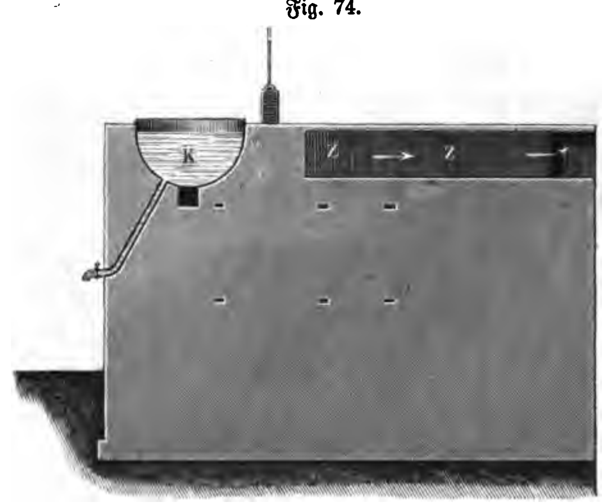


Durch die Schieber wird es möglich, die Flamme, nach Bedürfniß, mehr nach der einen oder anderen Seite des Herdes zu leiten.

Vorn vereinigen sich die drei Züge x zu einem Zuge Z, welcher Hauptzug durch einen größeren Schieber S (Fig. 72 und 73) völlig abgestellt werden kann was stets nach dem Einschieben der Brote geschieht.

Fig. 74. Senkrechter Durchschnitt nach *G* ... *H* der Fig. 71.

Fig. 74.



Ehe die Hauptzüge beider Oefen zu dem Canale, der in den Schornstein führt, zusammentreten, wird die Feuerluft derselben genöthigt, den eingemauerten Kessel *K* zu erwärmen, worin sich das zum Backen erforderliche Wasser befindet (Fig. 70, 72 und 74). Mittelst eines kleinen Hahnes läßt man das Wasser vorn am Ofen ab (Fig. 74) und eine kleine Speisepumpe ersetzt das verbrauchte Wasser, dessen Höhe im Kessel durch einen Schwimmer angezeigt wird.

Jeder Ofen ist, wie man erkennt, selbständig, nur die Ausläufer der Züge vereinigen sich, wie gesagt, zu einem gemeinschaftlichen Canale, der in den Schornstein führt, welcher unmittelbar hinter den Oefen steht.

Die dem Feuer direct ausgesetzten Theile des Ofens, so die Wände und das Gewölbe der Feuerungen, der ganze Herdraum, die Züge u. s. w. sind aus feuerfesten Steinen gemauert, eine Art Sandstein, der bei Königswinter am Rheine gebrochen wird. Zweckmäßig ist es, unter den Herd, der aus dreizölligen Platten hergestellt wird, in der ganzen Länge und Breite eine Sandschicht zu legen, welche denselben sowohl vor Feuchtigkeit schützt, als auch die Wärme möglichst lange erhält. Ebenso bedeckt man das Gewölbe des Herdes sowie die über dasselbe führenden Züge mit einer Schicht Sand oder Lehm, zur Verhütung von Abkühlung.

Bei der beschriebenen Construction des Ofens ist es möglich, demselben in einer Stunde die zum Ausbacken erforderliche Temperatur zu ertheilen mit einem Aufwande von etwa $1^1/_4$ Scheffel oder 125 Pfund Steinkohlen. Man erhitzt den Ofen, bis Herd und Gewölbe überall schwache Rothgluth zeigen und bis aller Ruß, welcher sich anfangs an die Seitenwände und das Gewölbe angehängt hat, wieder verbrannt ist. Dann entfernt man das Feuer von den Rosten und läßt den Ofen durch allmälige Abkühlung auf die richtige Temperatur kommen. Der Betrieb dieser Oefen wurde (S. 128 u. 129) näher beschrieben.

Schon damals wurde mitgetheilt, daß auch dieser Ofen vor dem Einschießen der gewirkten Brote mit einem nassen Tuch zu reinigen sei um die Asche vollständig zu beseitigen und daß man, um ein Verbrennen der Brote, die an die Wand des Ofens zu liegen kommen, zu verhindern, die Seiten des Herdes mit Buchenholz auskleiden mußte. Man erkennt so, daß diese Ofenconstruction noch manche Mängel besaß. Die verschiedenen Theile des Ofens wurden verschieden stark erhitzt, an einzelnen Stellen wurde er sehr leicht überhitzt und immer ging bei dem Auswischen mit einem nassen Tuche viel Wärme verloren.

In diese Classe von Oefen, die eine solche Heizung von außen haben, daß die Feuergase in den Backraum selbst eintreten, gehört auch der von Schinz in seiner oben erwähnten „Wärme-Meßkunst" vorgeschlagene Ofen mit Gasheizung. Ob dieser Ofen in der Praxis Eingang gefunden hat, ist mir nicht bekannt. Die Construction bietet aber als erster Versuch eines Gas-Backofens großes Interesse. Sie verbindet den Vortheil, auch geringwerthiges Brennmaterial zur Verwendung zu bringen, mit der Möglichkeit einer genauen Regulirung der Erwärmung der Oefen und einer rationellen Ausnutzung der Abwärme derselben.

Die Figuren 75 und 76 geben eine Vorstellung von diesen Oefen. Deren Construction ist berechnet für eine Bäckerei, die täglich 10000 Kg Brot liefern soll und in der zugleich eine Dampfmühle verhanden ist, für die der Dampf durch die Abwärme des Ofens geliefert wird. Vier Backöfen sind vorgesehen. Sie stehen alle mit einem gemeinschaftlichen Generator durch geeignete Canäle in Verbindung. Jeder Ofen kann mit dem Generator verbunden oder von ihm abgeschlossen werden. In jeden Canal, durch den das brennbare Gas aus dem Generator in einen der Oefen tritt, kann Luft zugeführt werden, welche die Verbrennung der Gase zu bewirken hat. Die aus dem Ofen austretenden heißen Gase werden noch unter passenden Dampfkesseln hingeführt, in denen Dampf erzeugt werden soll für eine Maschine von 16 Pferdekräften.

In den beiden Figuren bezeichnen dieselben Buchstaben dieselben Gegenstände. Fig. 75 (a. f. S.) zeigt einen Verticalschnitt durch das ganze Ofensystem Fig. 76 (a. S. 211) giebt einen Horizontalschnitt durch einen der vier Oefen. *A* ist der Gasgenerator mit zwei pultförmig gegen einander gestellten Rosten, *a a* ist die Scheidemauer, auf der diese Roste liegen. *b* ist der Fülltrichter, durch den das Kohlenklein in den Generator geworfen wird; die entstehenden Gase können durch die Canäle *c c* zu den Oefen *B B* gelangen. Durch die feuerfesten Schieber *d* kann jeder Ofen abgesperrt werden. Vor dem Eintritt in den Ofen wird das durch *c* herbeigeführte Gas mit Luft gemischt, welche durch die Röhren *e e* zuströmt. Das Gas verbrennt in den Canälen *f f* und die dadurch erzeugte Flamme schlägt in die Oefen *B B* hinein.

Die Apparate für die Luftzuführung *e e* bestehen aus zwei concentrischen Röhren von Gußeisen oder Eisenblech. Die äußere Röhre hat einen Längsschlitz, durch den die Luft nach *f* strömt. Die innere Röhre kann in der äußeren gedreht werden. Das innere Rohr hat ebenfalls Längsschlitze. Dreht man das innere Rohr so, daß seine Schlitze mit dem Längsschnitt des äußeren Rohres zusammenfallen, so kann die Luft ungehindert nach *f* strömen. Leicht aber können die Schlitze des inneren Rohrs auch so gestellt werden, daß sie durch die Wandung des äußeren Rohrs geschlossen sind. Man

sieht leicht ein, daß mit Hülfe dieser Apparate, von denen in den Heizröhren für jeden Ofen drei vorgesehen sind (Fig. 76), eine Regulirung des Luftzutritts möglich ist. Die Flamme erhitzt die Oefen *B*, nachher entweichen die heißen Ver-

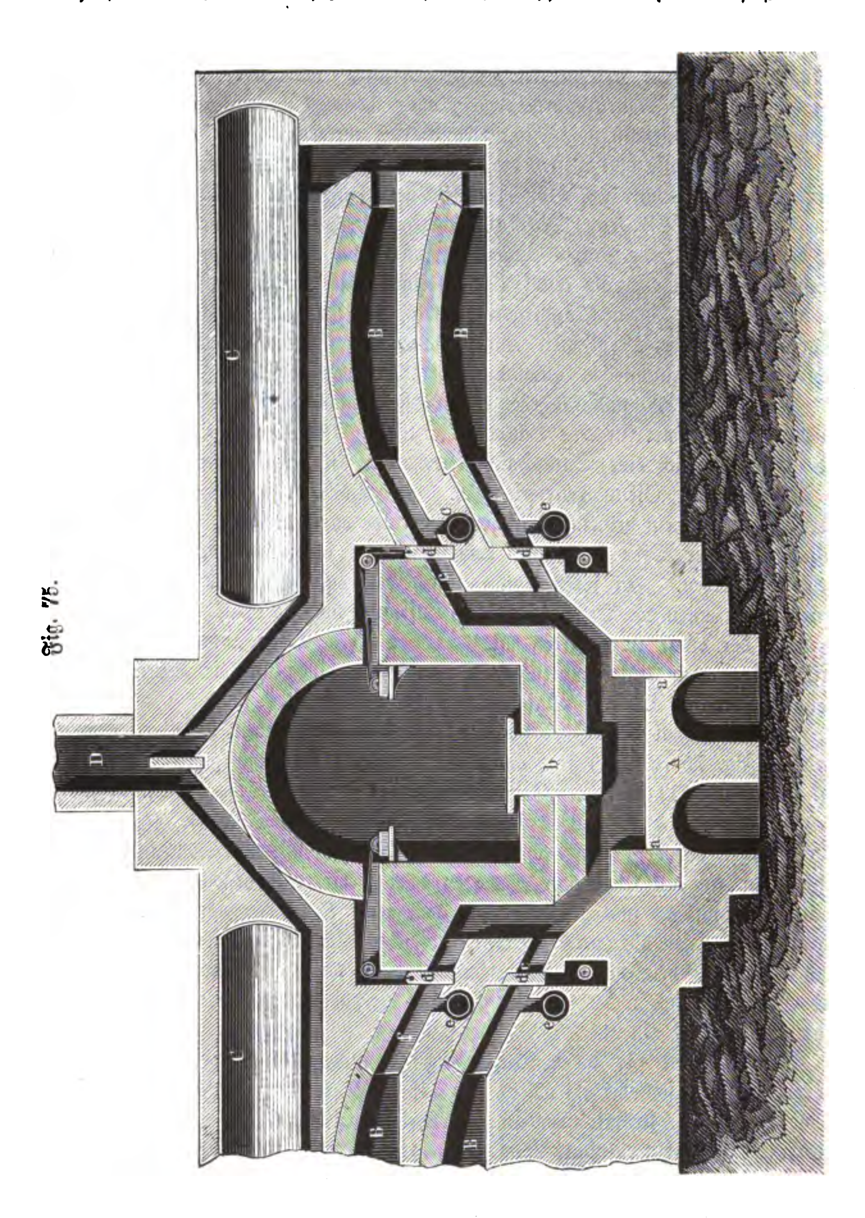


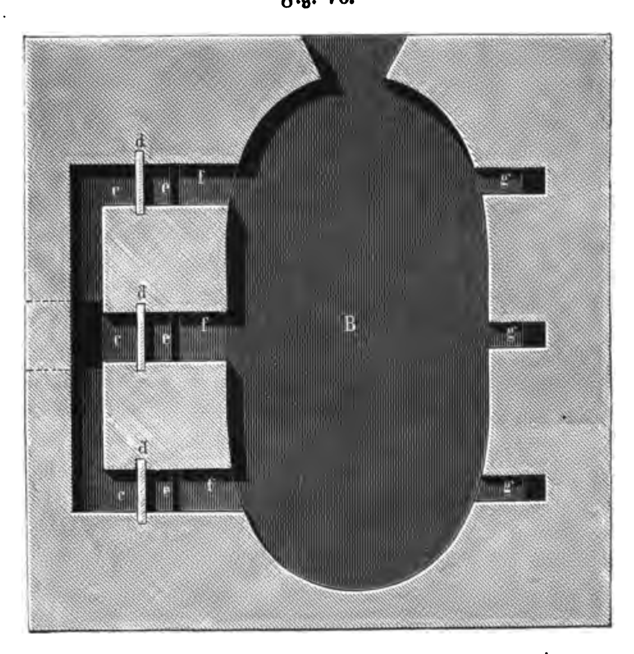
Fig. 75.

brennungsgase durch die Züge g, ziehen am Boden der Dampfkessel C hin und verlassen den ganzen Apparat durch den Schornstein D.

Die Backräume sind 2,2 m breit und 3,76 m lang, sie müssen der Reihe nach ohne Unterbrechung geheizt werden.

Es ist immerhin fraglich, ob es als ganz rationell bezeichnet werden kann, bei einer Combination der Heizung von Backöfen und Dampfkesseln die Erwärmung der ersten zur Hauptsache zu machen. Jedenfalls geht im Allgemeinen eine viel größere Menge von Wärme verloren aus Dampfkesselheizungen, es möchte

Fig. 76.



vielleicht richtiger sein, Backöfen durch die Abwärme von Kesselheizungen zu erhitzen. Derartige Vorschläge sind von verschiedenen Seiten gemacht (vergleiche Hülsse l. c. 92).

Alle bisher besprochenen Oefen haben den großen Mangel, daß sie zu einem continuirlichen Betriebe im vollen Sinne des Wortes nicht zu benutzen sind. Der Teig kann sich nicht im Ofen befinden, während geheizt wird, während jeder Backperiode sinkt die Temperatur des Ofens; ehe man einen neuen Schuß in den Ofen bringt, muß dieser wieder geheizt werden. Wenn auch bei rasch auf einander folgender Beschickung die Zeit des Heizens sehr kurz ist, so findet dabei doch immer eine Unterbrechung des Backens statt. Diese Betrachtung, sowie die Absicht den Ofen von Flugstaub und Asche so rein zu erhalten, daß man nicht nöthig hätte, vor dem Einschießen der Brote den Herd mit einem nassen Tuche abzureiben, führte zu der Construction der dritten Classe von Oefen, der sogenannten **Muffelöfen**, deren Heizung durch Züge geschieht, die den eigentlichen Back-

raum von außen umgeben. Solche Oefen kann man durch fortgesetztes Heizen auch während des Backens auf der erforderlichen Temperatur halten, so daß unmittelbar nach der Ausleerung des Backraumes eine neue Beschickung in denselben gebracht werden kann. Vielfach hat man bei solchen Oefen durch Benutzung von mechanischen Einrichtungen auch eine continuirliche Beschickung und Entleerung der Oefen ermöglicht.

Wie schon oben hervorgehoben, ist es schwer, durch alleinige Heizung von außen eine ganz aus Mauerwerk bestehende Muffel auf die zum Brotbacken nöthige Temperatur gleichmäßig zu erhitzen. Oefter hat man daher die Einrichtung getroffen, daß man, namentlich im Anfange des Heizens, die Feuergase theilweise auch in das Innere der Muffel eintreten lassen konnte und die dazu nöthigen Oeffnungen nachher dicht schloß. So ist z. B. der Ofen der Militairbäckerei in Hannover eingerichtet, der früher häufig als Beispiel eines sehr zweckmäßigen Backofens beschrieben und abgebildet wurde [1]).

Manche von solchen Muffelöfen, z. B. der von Corville, der von Essen ꝛc., haben auch die zweckmäßige Verlegung der Heizung an die Rückseite des Ofens eingeführt. Der Arbeiter, der die Beschickung und Ausleerung des Ofens zu besorgen hat, ist bei dieser Einrichtung vor der strahlenden Hitze der Feuerung geschützt und außerdem ist es natürlich von größter Wichtigkeit in Bezug auf Reinlichkeit, daß das Heizmaterial nicht in den Raum kommt, in welchem der Teig bereitet wird.

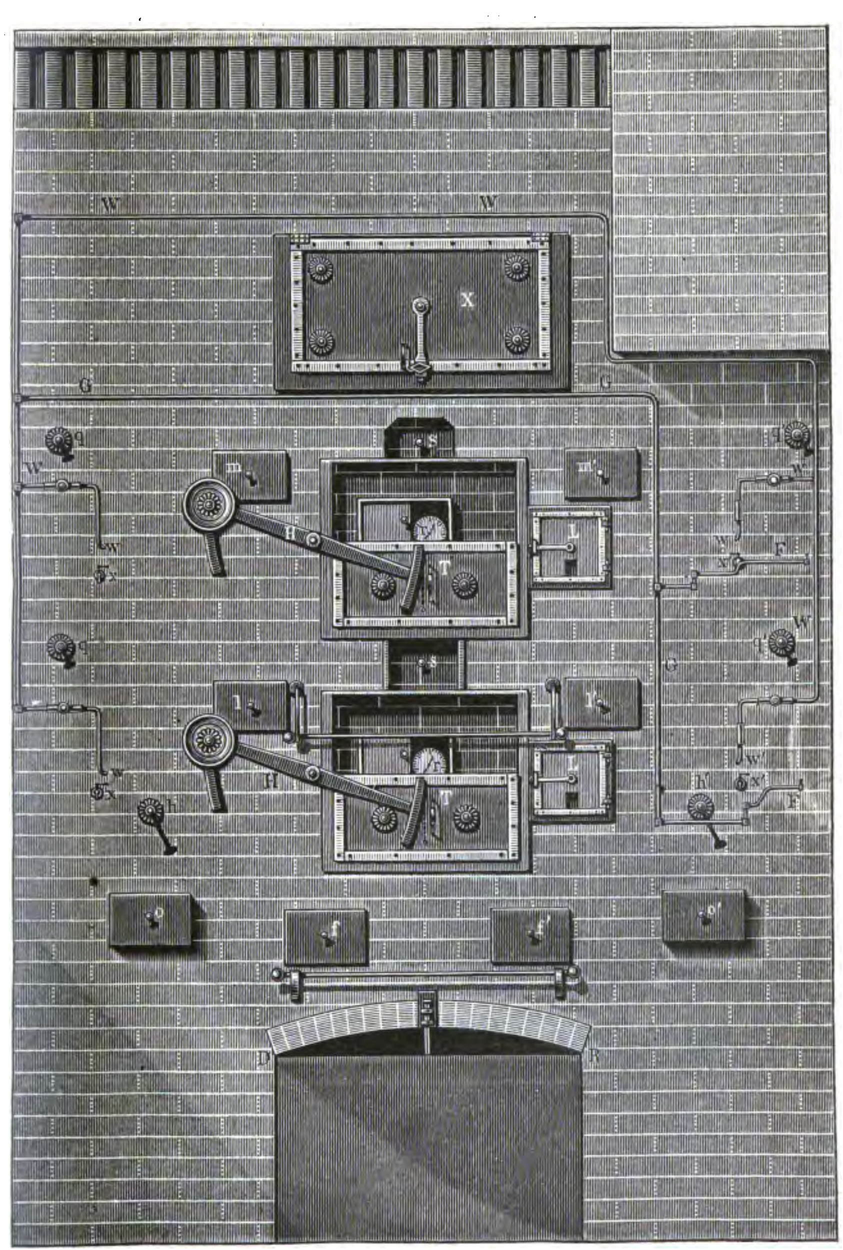
Die Muffelöfen gewannen erst allgemeinere Verbreitung, als man gelernt hatte, die Wölbung des Ofens aus Eisen herzustellen. Das Eisenblech dient dann eigentlich nur als Scheidewand zwischen zwei Abtheilungen des Ofens. In der unteren wird gebacken, in der oberen liegen die Züge. Fast überall in Deutschland, wo man von Holzheizung der Backöfen zu Steinkohlenheizung übergeht, giebt man solchen Oefen den Vorzug vor allen anderen. In Norddeutschland werden vielfach die Oefen gebaut, welche der Civilingenieur L. Bünte in Harburg in Gemeinschaft mit dem Bäckermeister Siercke construirt hat. In Süddeutschland sind dagegen in neuerer Zeit die Oefen von Rothbrust sehr in Aufnahme gekommen, deren ursprüngliche Construction man Herrn Gelbert in Ludwigshafen am Rhein verdankt und welche jetzt ausgeführt werden von dem Backofenbaugeschäft Chr. Rothbrust und J. Schneider in Mannheim. Als Beispiel für derartige Oefen bin ich in der Lage die Zeichnung eines Apparats zu geben, die mir Herr Hofbäcker Schwindt in Karlsruhe freundlichst zur Verfügung stellte. Diesen Doppelofen, den Rothbrust nach den Angaben des Herrn Schwindt erbaut hat, habe ich wiederholt mit bestem Erfolg in Thätigkeit gesehen.

Die Figuren 77 bis 83 geben Abbildungen dieses Ofens in dem Maaßstab von 1 : 60. Fig. 77 zeigt eine äußere Ansicht des Ofens von dem Arbeitsplatze des Bäckers aus. Fig. 78 ist ein Verticalquerschnitt, Fig. 79 ein Verticallängsschnitt. Fig. 80, 81, 82 und 83 veranschaulichen die Lage der Züge und die Einrichtung des Backraumes der beiden Oefen; sie stellen sämmt-

---

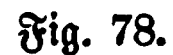
[1]) Technisches Wörterbuch von Karmarsch und Heeren, 1, 377. — Stohmann in Muspratt's Chemie 3. Aufl., 1, 1666.

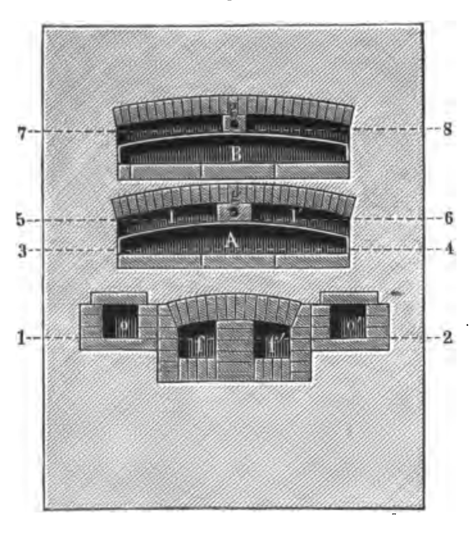
Fig. 77.


W
W
X
G
G
s
m
m'
q
W
w
x
H
L
T
s
l
l'
h
h'
D
R
o
f
f'
o'
F
Decim. 100 90 80 70 60 50 40 30 20 10 0
1 Meter

lich Horizontalschnitte durch den Apparat her und zwar in verschiedener Höhe. Fig. 80 zeigt den Schnitt in der Linie 1...2 in Fig. 78, Fig. 81 giebt ein Bild von dem Schnitt durch den Ofen, der die Linie 3...4 in Fig. 78 bildet ꝛc. Fig. 80 zeigt also die Züge unter dem unteren Ofen, Fig. 81 veranschaulicht die Einrichtung des unteren Backraumes. Fig. 82 und 83 (Schnitte, entsprechend den Linien 5...6 und 7...8 in Fig. 78) zeigen die Vertheilung der Züge über den beiden Oefen. In allen Figuren bezeichnen dieselben Buchstaben dieselben Theile des Apparats.

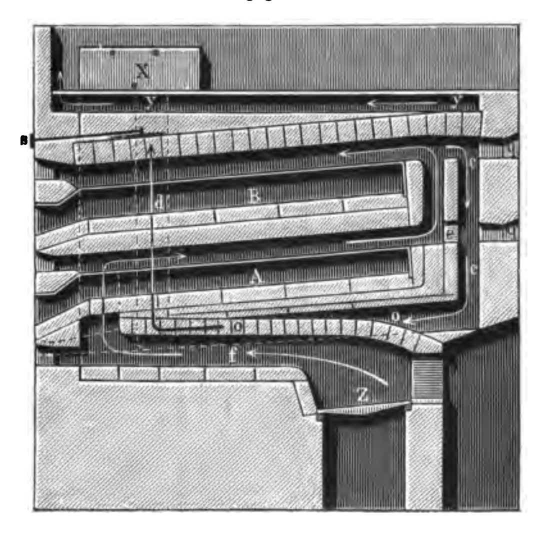
Die Feuerung des Ofens liegt auf der Rückseite desselben. In der Mitte der Rückseite ist der Rost *Z* angebracht. Von dem Roste schägt die Flamme in der Richtung der Pfeile zunächst in die unter dem unteren Ofen liegenden Züge *ff* und *f′f′*, die durch eine Mauerzunge von einander getrennt sind. In der Nähe der Vorderseite des Ofens biegen sich diese Züge symmetrisch von der Mittellinie ab und den Seitenwänden des Ofens zu. In den Seitenwänden sind senkrecht stehende Canäle *a* und *a′* ausgespart, durch welche die Feuergase über die eiserne Wölbung des unteren Ofens *A*, also zugleich unter die gemauerte Herdsohle des oberen Ofens *B* gelangen. Fig. 82 zeigt, wie die Verbrennungsgase durch *a* und *a′* aufsteigend, der Länge nach durch die Züge *ll* und *l′l′* von vorn nach hinten über dem Ofen *A* wegziehen. Durch die Schlitze *b* und *b′*, die in der Rückwand des Ofens liegen, steigen die Feuergase senkrecht in die Höhe und gelangen so in die Züge über dem oberen Ofen *B*. Fig. 83 deutet an, wie die Gase hier gezwungen werden, den Weg über den Ofen zweimal zurückzulegen. Von *b* und *b′* strömen die heißen Gase durch *mm* und *m′m′* von hinten nach vorn, durch die Züge *nn* und *n′n′* von vorn nach hinten über die Länge des Ofens *B* weg, um schließlich in die Schlitze *c* und *c′* zu treten. Durch diese Canäle *c* und *c′* treten die Gase wieder senkrecht nach unten, laufen nochmals in den Zügen *oo* und *o′o′* (Fig. 78, 79, 80) unter der Herdsohle des unteren Ofens her, um endlich durch die in den Seitenwänden vorgesehenen Züge *dd′* in den Schornstein geführt zu werden, nachdem sie noch das Wasser in dem Reservoir *X* erwärmt haben. Durch diese vielen Canäle wird, wenn man ihnen zweckmäßige Dimensionen giebt, der Zug durch den Ofen in keiner Weise erschwert. Es ist dafür gesorgt, daß alle die Züge leicht zu reinigen sind. Die Blechkappen, nach deren Entfernung man in die Züge gelangen kann, und welche in Fig. 77 an


Fig. 78.



der Stirnwand des Apparats zu sehen sind, sind mit den Buchstaben der Züge bezeichnet, deren Zutritt sie verschließen.

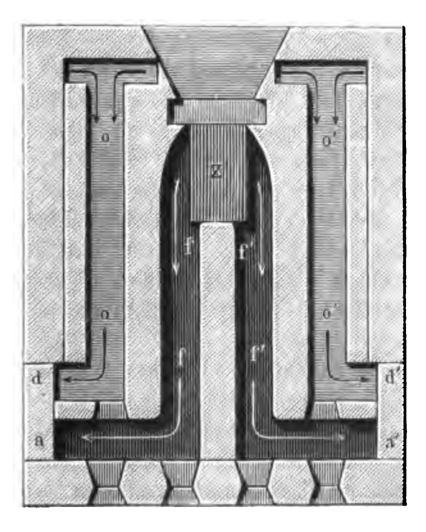
Fig. 79.

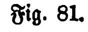


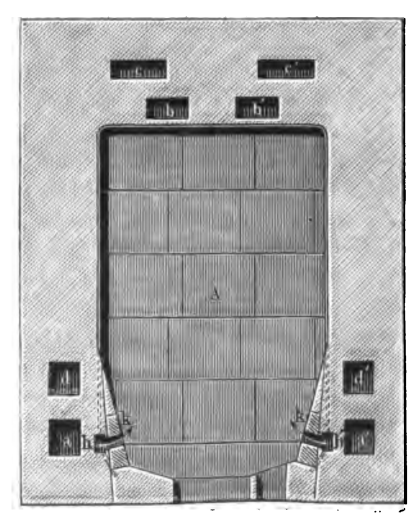
Es ist übrigens leicht möglich, etwa eintretende zu intensive Hitze des Ofens zu mildern durch Züge für kalte Luft. An der Rückseite sind die Oeffnungen q angedeutet (Fig. 79), durch die kalte Luft einströmen kann, wenn man an der Stirnseite die betreffenden Register $q\,q\;q'q'$ gezogen hat.

Es ist nicht nothwendig, immer beide Oefen gemeinschaftlich zu heizen, es ist die Einrichtung getroffen, daß nur der untere Ofen allein geheizt, der obere aber abgeschlossen werden kann. Seitlich am Ofen (in der Zeichnung nicht sichtbar) ist der Griff für eine eiserne horizontal durch den Ofen gehende Stange, die in dieser Lage um ihre Längsaxe gedreht werden kann. An dieser Stange sind Klappen befestigt, die bei richtiger Stellung der Stange die Schlitze $b\,b'$ und $c\,c'$ schließen. Die heiße Luft resp. die Feuergase können also dann nicht mehr über den oberen Ofen treten, sie sind

Fig. 80.




Fig. 81.



dann vielmehr gezwungen, durch die Oeffnungen *e* und *e'* (Fig. 79) in den untern Theil von *c* sich zu ergießen. Die heißen Gase legen also dann den Weg durch

Fig. 82.

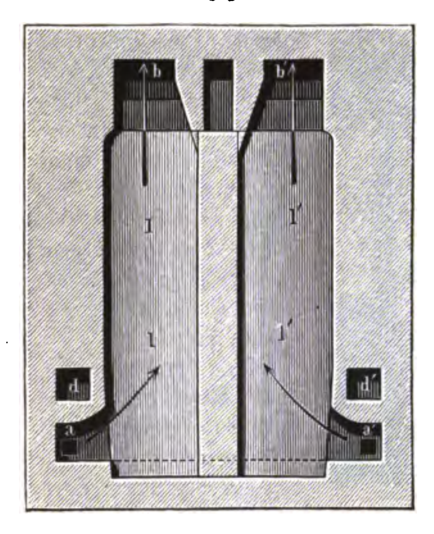
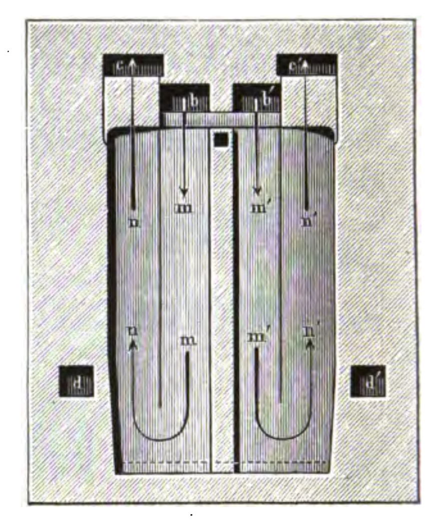


Fig. 83.



f (f'), a (a'), l l (l' l'), e (e'), c (c'), o (o'), d (d') zurück, sie umspülen also jetzt nur den unteren Ofen auf der unteren und oberen Seite.

Das Mauerwerk des Ofens besteht, soweit dasselbe in den Zügen 2c. mit den Feuergasen in Berührung kommt, aus feuerfesten Steinen, die übrigen Theile bestehen aus gewöhnlichen gebrannten Steinen. Gehörige Verankerung giebt dem Gebäude die nöthige Festigkeit.

Der Herd der Oefen, aus großen gebrannten Steinen zusammengesetzt, ist 2,2 m breit und 3,3 m lang. Er steigt bei dieser Länge um die Höhe von 18 bis 20 cm von vorn nach hinten, zum Zweck der Erleichterung der Beschickung. Parallel mit dieser schwach geneigten Herdsohle steht über ihm das aus starkem Kesselblech hergestellte Gewölbe, das an den Seiten ringsum etwas in die Mauern versenkt ist, um einen möglichst dichten Schluß erreichen zu können. Die Entfernung der Wölbung von der Herdsohle beträgt 30 cm. Ueber jedem Ofen liegt ein Rohr zur Aufnahme des Dunstes. Die Schieber *s* und *s* öffnen und schließen diese Canäle *g*, die sich schließlich über dem oberen Ofen zu dem einen in den Schornstein mündenden Rohre *y* vereinigen. Ueber der Thür eines jeden Ofens ist ein Pyrometer *r* vorgesehen. Die Thüren *T* sind in Führungen mit Hülfe der Hebel *H* auf- und abzuschieben.

Endlich sind noch einige Nebenapparate zu erwähnen, die in der Zeichnung angedeutet sind. An der Stirnwand des Ofens ist die Wasserleitung *W W* und die Gasleitung *G G* zu sehen. Die Wasserleitung liefert das Wasser durch ein Rohr, das bei *w w'* in den Ofen tritt, in eiserne Kästen *K K'* (Fig 81), aus denen das Wasser in Form von Dampf sich im Ofen verbreitet, also für den nöthigen Brüden sorgt. Etwa überflüssiges Wasser kann durch die Hähne *x x'*

abgelassen werden. Die Gasleitung führt zu den Armen *FF*. Die Gasflammen, die an denselben brennen, können durch richtige Stellung der Arme vor die Leuchtöffnungen *LL* gebracht werden, so daß sie das Innere des Ofens erhellen. Diese Leuchtöffnungen *LL* sind durch Glasplatten geschlossen, welche durch Thüren vor dem Zerbrechen geschützt sind. Durch die in Fig. 81 sichtbaren Züge *h h'*, die durch die Wasserkästen *KK'* führen, ist man im Stande, die Feuergase direct in den Ofen zu leiten, wenn man ihn rasch erhitzen will. Die sogenannten Hitzschieber, welche diese Canäle öffnen und schließen, haben an der Stirnwand des Ofens bei *h* und *h'* (Fig 77) Handgriffe. Bei Benutzung der Hitzschieber treten die in den Ofen gelangenden Feuergase durch die Dunstzüge *g* aus.

Der obere Ofen ist so hoch angeordnet, daß ein vor dem Ofen stehender Arbeiter bequem in ihm arbeiten kann. Der untere Ofen liegt zu tief, als daß man von ebener Erde aus bequem in ihn hinein gelangen könnte. Um den Betrieb des unteren Ofens zu erleichtern, ist vor dem Ofen eine Vertiefung vorgesehen, in die man auf einigen Stufen leicht hinabsteigen kann. In dieser Vertiefung stehend, kann ein Arbeiter sehr bequem den unteren Ofen beschicken. Ueber diese Vertiefung kann die Brücke *DR* gezogen werden und wenn diese befestigt ist, hat der Arbeiter auf derselben den richtigen Standpunkt, um den oberen Ofen zu bedienen.

Dieser Ofen ist seit dem Jahre 1875 im Betrieb. Täglich ist Herr Schwindt im Stande, mit dem Ofen in fünf Beschickungen mit weißen Waaren und vier Füllungen mit Brot die ansehnliche Menge von 8 Centner Mehl in Brot zu verwandeln. Er verbraucht dazu durchschnittlich täglich 2 Centner Kohlen. Morgens um 4 Uhr wird der Ofen etwa $^1/_2$ Stunde lang geheizt, er ist dann bereit zur Aufnahme von Teig. Das Feuer wird nachher langsam erhalten, um 7 Uhr Morgens ist ein nochmaliges intensiveres Heizen während etwa 20 Minuten erforderlich. Dann reicht die Erwärmung aus, um die obige Brotquantität herzustellen. Noch Mittags um 12 Uhr beobachtete ich am oberen Pyrometer 300° R., am unteren 260°. Die Erbauung des Ofens kostete 2800 Mark. Bedenkt man aber, daß er jetzt mit 14 Centner Kohlen pro Woche dasselbe Brotquantum liefert, für das früher wöchentlich für 60 Mark Holz verbrannt werden mußte, so liegt auf der Hand, in wie kurzer Zeit sich die Anlage eines solchen Ofens allein durch Ersparung an Brennmaterial bezahlt macht.

Wie schon oben erwähnt, hat man bei Muffelöfen, welche also nur von außen erwärmt werden, mehrfach versucht, die Herdfläche beweglich zu machen und dadurch die Beschickung und die Entleerung des Ofens zu erleichtern. Bei einem Ofen, der constant auf der richtigen Backtemperatur durch Heizung von außen erhalten wird, kann natürlich auch der Betrieb der Arbeit continuirlich sein und gerade die Oefen mit beweglicher Herdsohle sind zu ununterbrochener Arbeit besonders geeignet. Es mögen daher einige solche Oefen, die sich größere Verbreitung erworben haben, hier beschrieben werden.

Der Backofen von Rolland besitzt eine mechanisch drehbare runde Backsohle [1]). Fig. 84, 85 und 86 zeigt die Einrichtung dieses Ofens. Fig. 84 ist

[1]) Bulletin d'encouragement 1852, 750, Zeichnungen theilweise aus Würtz' Dictionaire de chimie 3, 743.

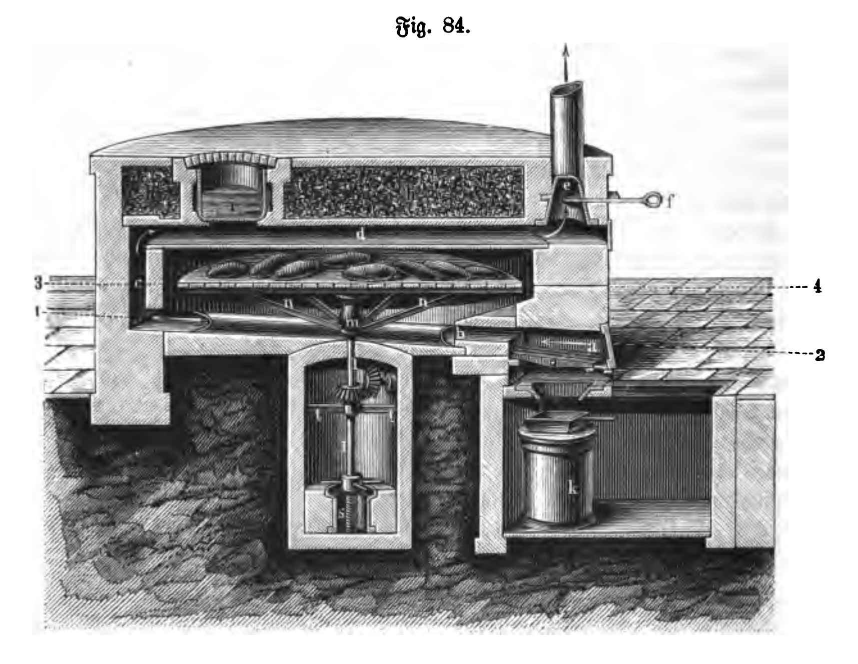


ein Verticalschnitt durch die Feuerung des Ofens Fig. 85 zeigt einen Horizontalschnitt in der Richtung der Linie 1...2 in Fig. 84 und Fig. 86 ist ein Horizontalschnitt in der Richtung der Linie 3...4 in Fig. 84. In Fig. 86 ist die Backsohle nur zur Hälfte gezeichnet, die andere Hälfte ist fortgelassen, um die unteren Theile des Apparates zu zeigen. In allen Zeichnungen sind dieselben Gegenstände mit denselben Buchstaben benannt.

Von der Feuerung *a* aus schlägt die Flamme durch die Röhren *bb*, welche unter der Backsohle liegen und diese von unten erwärmen. In den Seitenwänden des Ofens sind die verticalen Canäle *cc* vorgesehen, welche die Feuergase von *bb* empfangen. Um die Seitenwände möglichst gleichmäßig zu erwärmen, theilen sich die Canäle *c* in ihrem oberen Theile, wie es Fig. 86 zeigt. Aus *cc* treten die Verbrennungsgase im Sinne der Pfeile oben über den Backraum. Eine Eisenplatte begrenzt den Ofen oben. Ueber dieser liegt ein Hohlraum *dd*, durch den die Verbrennungsgase ziehen, um endlich in den Schornstein *e* zu gelangen, der durch den Schieber *f* abgeschlossen werden kann. Wenn *f* geschlossen ist, entweicht die Feuerluft durch ein besonderes Rohr *g*, das natürlich auch durch eine Klappe geschlossen werden kann. Damit die Erwärmung des Ofens möglichst langsam abnimmt, ist die obere Decke des Hohlraumes *d* mit schlechten Wärmeleitern (Asche oder Steinen) *hh* gefüllt. Bei *i* ist ein Wasserkessel eingesetzt, der durch die Abwärme des Ofens erhitzt wird. *K* ist ein Behälter für Asche resp. für Holzkohlen; *r* ist ein Mannloch zum Betreten des Heizraumes beim Reinigen desselben.

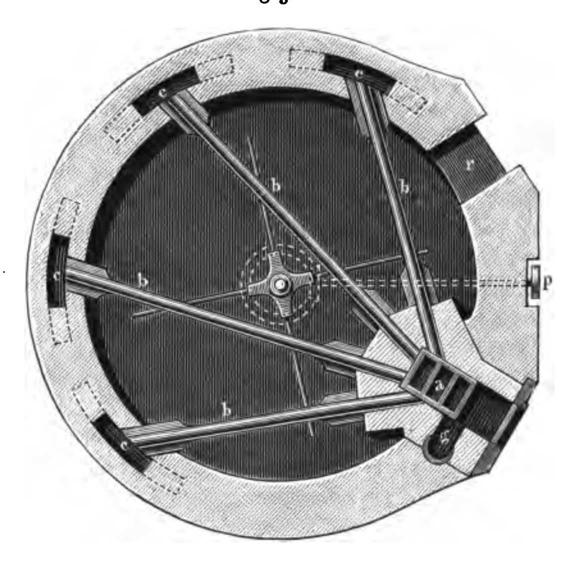
Die Backsohle ist beweglich um die sie in ihrem Mittelpunkt unterstützende Welle *ll*. An *l* ist die Büchse *m* angebracht, welche die strahlenförmigen

Fig. 84.



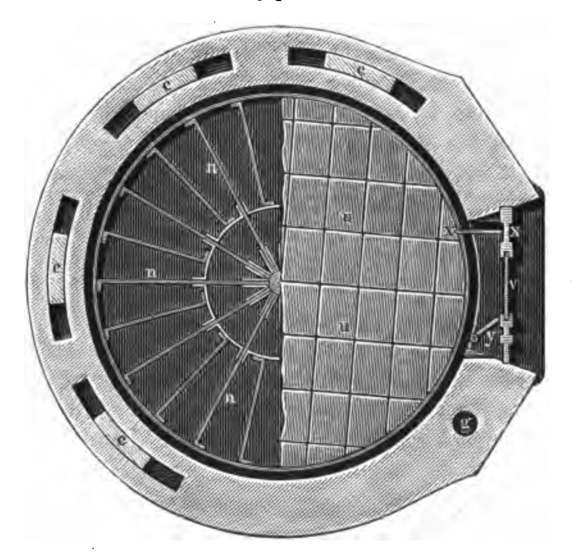
Träger *nn* mit der Axe *l* verbinden. Auf diesen Trägern ruht ein Gestell von Eisenstangen *u*, auf welches gebrannte Thonplatten gelegt werden, die den eigentlichen Herd bilden. Die Axe *l* ist durch das sie oben umgebende Mauerwerk, so

Fig. 85.



wie durch die Träger *tt* in senkrechter Stellung gehalten. Sie ruht unten auf dem Unterbau *s*, in welchem das eigentliche Lager von *l* mit Hülfe einer Schraube

Fig. 86.



gehoben und gesenkt werden kann, um dem Herde die richtige Stellung zu ertheilen. Wie die Zeichnung andeutet, sind zwei conische Räder angebracht, um die Axe l und damit den Herd in langsam drehende Bewegung zu setzen. Die Bewegung geschieht durch den Arbeiter vor dem Ofen. In Fig. 85 ist bei p die Handwelle angedeutet, durch die die Bewegung des Herdes bewerkstelligt wird. Diese Handwelle liegt in einer Vertiefung der Ofenwand unterhalb der Ofenthüre. Die Thüre v ist durch Rollen beweglich in seitlichen Nuten. Neben der Thür ist bei x ein Thermometer, bei y ein Leuchtapparat angebracht. Vor y ist ein Fenster vorgesehen, durch welches der Arbeiter auch bei geschlossener Ofenthür das Innere des Ofens beobachten kann. Wenn der Ofen die richtige Temperatur erhalten hat, wird die Thür geöffnet und der rotirende Herd mit den Broten belegt. Einen Theil des Herdes nach dem anderen bringt der Arbeiter vor die Ofenmündung bis der ganze Herd bedeckt ist. Ist das geschehen, so wird der Ofen geschlossen und während der Arbeiter den Herd in langsam drehender Bewegung erhält um alle Theile der Beschickung in gleicher Weise der Erwärmung auszusetzen, die an verschiedenen Stellen des Ofens etwas verschieden sein kann, beobachtet er zugleich das Fortschreiten des Backens. Ist das Brot fertig, so wird es aus dem Ofen geholt, indem man dieselbe Reihenfolge einhält als bei dem Einschießen der Brote. Unmittelbar nach der Entleerung kann der Ofen aufs neue gefüllt werden.

Der Ofenherd besitzt einen Durchmesser von 4 m. Trotzdem hat man selbstverständlich nur Schaufeln und Schieber nöthig, die 2 m lange Stiele haben, die Arbeit ist wesentlich erleichtert. Das ist auch dadurch der Fall, daß ein Umsetzen der Brote im Ofen niemals nothwendig ist. Alle Brote werden gleichmäßig behandelt, keines bleibt dauernd auf einer zu heißen oder zu kalten Stelle des Herdes, man erhält also sehr leicht ein durchaus gleichartiges Gebäck.

Rolland berechnet, daß in seinem Ofen eine bedeutende Ersparniß an Brennmaterial zu erreichen ist, wenn man ihn in dieser Beziehung mit den älteren Oefen vergleicht. Alte mit Holz geheizte Oefen verlangen, selbst wenn man den Werth der Bäckerkohlen in Rechnung zieht, für das Backen von 100 Kg Brot eine Ausgabe von 1 Fr. 12 Cent. (1852), während im Ofen von Rolland bei Holzheizung für 100 Kg Brot nur 80 Cent, bei Steinkohlenheizung für 100 Kg Brot nur 40 Cent. ausgegeben werden müssen.

Der complicirte Mechanismus macht diesen Ofen sehr theuer und sehr häufig reperaturbedürftig, eine allgemeinere Anwendung hat er daher trotz seiner Vorzüge nicht gefunden.

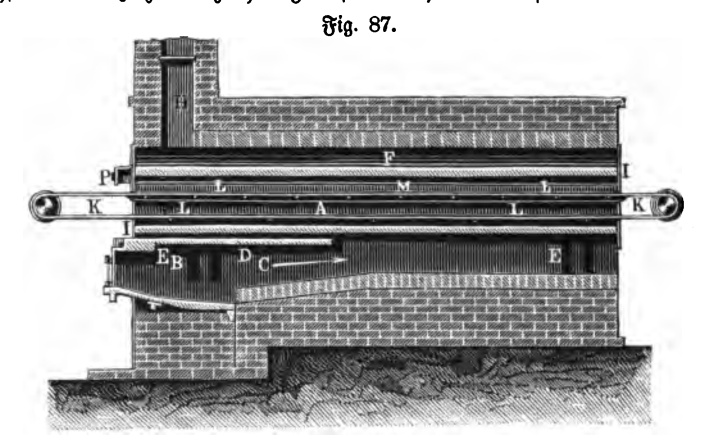
Ein anderer hierher gehörender Ofen ist der oben (S. 138) erwähnte, von Slater [1]) unter Benutzung einer Backofeneinrichtung von Coffin construirte Apparat für Biscuitbäckerei. Dieser Ofen besteht aus einer langen Röhre aus feuerfestem Thon, die durch geeignete Züge von allen Seiten erhitzt wird. Durch diese Röhre werden von zwei endlosen Ketten, die durch dieselbe gezogen werden, Bleche getragen, auf denen das Gebäck sich befindet. Fig. 87 und 88 verdeut-

[1]) Polyt. Centralbl. 1854, 39. Zeichnung entnommen aus „Boulanger“ (Encyclopédie Roret).



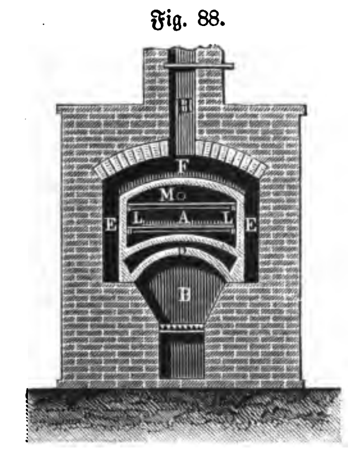
lichen diese Construction. Fig. 87 stellt einen Verticallängsschnitt, Fig. 88 einen Verticalquerschnitt durch den Apparat dar. In beiden Zeichnungen sind dieselben Buchstaben benutzt zur Bezeichnung derselben Theile des Ofens.

Fig. 87.



Die feuerfeste Röhre *A*, den Retorten der Gasfabriken sehr ähnlich, hat eine Länge von 5 bis 7 m. Sie ist in einem Mauerwerk gelagert, in dem die nöthigen Züge angebracht sind, um die Wärme der Feuerung *B* rings um die Röhre *A* zu leiten. Die Stichflamme des Feuers ist durch das Gewölbe *D* von der feuerfesten Röhre abgehalten. Die Verbrennungsproducte ziehen vielmehr durch den Canal *C* zunächst unter der Röhre hin, treten dann durch die Schlitze *E* senkrecht in die Höhe, streichen nochmals über die Röhre von hinten und vorn durch den Zug *F* und verlassen den Ofen durch den Schornstein *H*. Die Röhre *A* ragt an beiden Enden aus dem Ofen hervor, sie ist aber an beiden Enden geschlossen durch eiserne Platten *JJ*, welche Oeffnungen besitzen, durch die die endlose Kette *LL* passiren kann. Die Kette ist gespannt durch die beiden Rollen *KK* und sie wird im Innern des Ofens durch feuerfeste Träger gehalten. Diese Kette kann verschieden eingerichtet sein. Sie kann aus zwei mit einander parallelen Ketten bestehen, zwischen welchen die Bleche eingehängt werden, oder man kann die Bleche selbst mit einander in Charnieren verbinden und die ganze Kette aus Blechen bestehen lassen, oder endlich hat man auch Tücher aus Metalldraht in Anwendung gebracht. *PM* ist ein Pyrometer, welches die Temperatur des Ofens genau messen läßt.

Fig. 88.



Der Betrieb des Ofens ist sehr einfach. Man setzt eine von den beiden Rollen *K* durch einen Motor in Bewegung, die Kette geht dann regelmäßig

durch den Ofen. Man regulirt ihre Geschwindigkeit so, daß das Gebäck den Apparat fertig verläßt, wenn es von einem Ende der Röhre bis zum anderen transportirt ist.

In der früher erwähnten Biscuitfabrik von Langnese besitzt der Ofen mit dem äußeren Mauerwerk eine Länge von 11,5 m und kostete 1874 21000 Mark.

Erwähnt mag hier wenigstens sein, daß Coveley sich 1846 ein Ofensystem patentiren ließ, bei dem in einem gewölbten, von außen geheizten kuppelförmigen Ofenraum mit einer horizontalen Axe, ein starkes Eisenkreuz bewegt wird, an dessen vier Enden Backflächen in der Art aufgehängt sind, wie die Wagen an einem russischen Caroussell. Die Backwaare wird bei der Bewegung der Axe in alle Theile des Ofens geführt und so gleichmäßig behandelt. Der Mechanismus ist wohl zu complicirt, als daß dieser Ofen allgemeiner eingeführt würde, nur in Rußland soll in neuerer Zeit eine von Moore angegebene Modification dieses Ofens mehrfach benutzt werden.

Die Construction von solchen Muffelöfen hat, wenn die Backofensohle nicht beweglich ist, den großen Mangel, daß eine gleichmäßige Erhitzung der Brote nicht mit ihnen erreicht werden kann. Die Temperatur des Ofens kann nicht überall dieselbe sein, sie wird da, wo die Feuergase die Muffelwandung zuerst treffen, stets höher sein, als an den Stellen, an denen die Feuergase abziehen. Ein Umsetzen der Brote von den kälteren an die heißeren Stellen und umgekehrt kann auch hier nicht unterlassen werden.

Die Oefen der vierten Classe, Oefen mit Luftheizung, bei denen erhitzte Luft durch den Backraum geleitet wird, haben eine allgemeinere Anwendung wohl kaum gefunden. Eine Reihe derartiger Apparate ist beschrieben, so von Aribert, von Mouchot und Grouvelle, von Jametel und Lemare, von Silbermann u. A. In diesen Oefen, bei denen die Züge der Feuerung benutzt werden, um Luft zu erhitzen, die dann in den Ofen tritt, ist eine sehr gleichmäßige Erwärmung des Backraumes möglich, große Reinlichkeit und große Regelmäßigkeit kann bei dem Betriebe beobachtet werden, aber die Oefen verlangen zu viel Brennmaterial. So giebt Hülsse[1]) an, daß der verbesserte Ofen von Aribert, der einen continuirlichen Betrieb ermöglicht, für 1000 Kg Brot nur 36 bis 40 Kg Steinkohlen verlangt, aber daß in 24 Stunden 264 Kg Kohlen verbrannt werden müssen, um den Backofen auf der erforderlichen Temperatur zu erhalten und die stetig stattfindenden Wärmeverluste zu decken. Nach den Mittheilungen in dem Boulanger[2]) beträgt die Ausnutzung des Brennmaterials in dem Ofen von Jametel und Lemare nur 24, bei dem von Mouchot und Grouvelle kaum 20 Proc. der bei der Verbrennung erzeugten Wärme.

Auch Wasserdampf hat man benutzt, um die Wärme in den Ofen zu leiten. Schmid und Wimmer in Wien[3]) haben einen Dampfbackofen construirt. Bei diesem liegt die Heizung seitlich, die Rauchzüge übertragen die Hitze auf den Backraum namentlich von oben. Die Züge gehen nachher um einen seitlich angebrachten Dampfkessel. Von diesem sind Röhren in den Backraum geführt, um Dampf in das Innere des Ofens und über das Gebäck streichen zu lassen. Hier-

---

[1]) l. c. 94. — [2]) Boulanger Encyclopädie Roret 2, 123. — [3]) Hülsse l. c. 87.

durch soll das Gebäck theils so lange weich erhalten werden, bis es gehörig aufgetrieben ist, es soll also durch das Einleiten von Dampf das sonst übliche Bestreichen der Brote mit Wasser ersetzt werden, theils soll später einströmender Dampf eine glänzende Kruste hervorbringen. Bei diesem Ofen wird also der Dampf nicht in überhitztem Zustande angewandt zur Heizung des Backraumes.

Auch das ist versucht worden. Violette und Mac-Cormas haben angegeben, daß Dampf von einer Temperatur von 250° C. ausreiche, um vorzügliches Brot zu erzeugen. Diese Benutzung des überhitzten Wasserdampfes scheiterte an den Schwierigkeiten, die man fand bei der Herstellung der Apparate.

Ein sehr bedeutender Fortschritt in der Construction der Backöfen wurde durch die Erfindung von Perkins gemacht, welcher zuerst überhitztes Wasser, später ein Gemisch von überhitztem Wasser und Dampf anwandte, um Röhren zu erhitzen, die den Backraum umgeben und ihre Wärme auf diesen übertragen. Der Perkins'sche Ofen gehört schon in die fünfte der oben erwähnten Classen, bei denen in Röhren stagnirender oder circulirender überhitzter Dampf die Heizung des Backraumes besorgt. Die große Verbreitung, welche diese Oefen gefunden haben, spricht für ihre Vorzüglichkeit.

Perkins hatte zuerst einen solchen Ofen construirt, bei dem das Wasser in einem Schlangenrohr in einer vom Backofen vollständig getrennten Feuerung auf eine Temperatur von 216 bis 232° C. erhitzt wurde, um dann über und unter dem Backraum in starken eisernen Röhren von 25 mm äußerem und 16 mm innerem Durchmesser zu circuliren, schließlich wieder in das zuerst erwähnte Schlangenrohr zurückzukehren und aufs neue erwärmt den Weg wieder anzutreten ꝛc.

Später hat Perkins den Ofen dahin abgeändert, daß er mit Wasser zum Theil gefüllte dichtgeschlossene Röhren in großer Anzahl über und unter der Backfläche anordnete und die Enden dieser Röhren durch eine Wand von Charmottesteinen hindurch, durch die der Backraum auf der Rückseite abgeschlossen war, in die Flamme der Feuerung ragen ließ.

In dieser Form wurde der Heißwasserofen in Deutschland vorzüglich durch die Firmen W. A. F. Wieghorst und Sohn in Hamburg und Joh. Haag in Augsburg verbreitet. Wieghorst führte die große Verbesserung des Perkins'schen Ofens ein, daß er die Brote nicht auf eine feststehende Backsohle legte, sondern eine bewegliche Eisenplatte in Anwendung brachte, die auf Rädern und Schienen aus dem Ofen herausgezogen und in denselben hineingschoben werden kann. Während Wieghorst die Heizröhren an beiden Enden dicht vernietet, verschließt Haag die Röhren nach der Beschickung mit Wasser durch Schraubenköpfe und hat es dadurch in seiner Gewalt, controliren zu können, ob die Röhren noch die nöthige Menge von Wasser enthalten.

Herr Haag hatte die große Freundlichkeit, mir die folgenden Zeichnungen zur Verfügung zu stellen, so wie mir jede gewünschte Auskunft über die Einrichtung der Apparate zu geben. Fig. 89 zeigt einen Verticallängsschnitt, Fig 90 einen Horizontallängsschnitt, Fig. 91 (a. S. 225) endlich einen Verticalquerschnitt. Alle Zeichnungen tragen dieselben Buchstaben für dieselben Theile.

Der Feuerraum *A* ist von dem Backraum *B* durch eine Mauerung getrennt, welche durch einen mit Luft erfüllten Schlitz in zwei Theile zerlegt ist. Diese

Luftschicht verhindert einerseits eine directe Beeinflussung des Backraumes durch die Feuerung, befördert also eine gleichmäßige Heizung des Ofens, andererseits trägt sie auch dazu bei, das den Backraum umgebende Mauerwerk vor Schädigung durch ungleichmäßige Erhitzung zu bewahren. Die Wärmeübertragung geschieht durch zwei Reihen hermetisch geschlossener schmiedeeisener Heizröhren, Einzelröhren, von denen 30 im

Fig. 89.

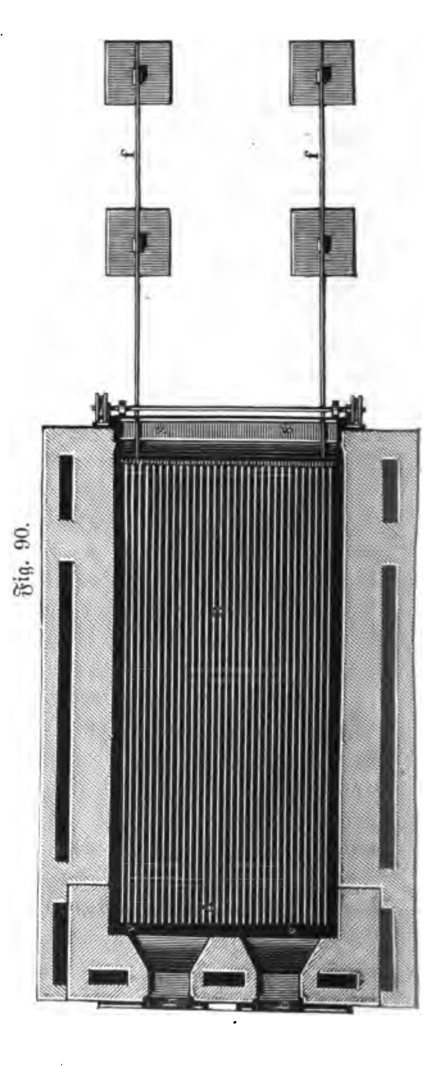
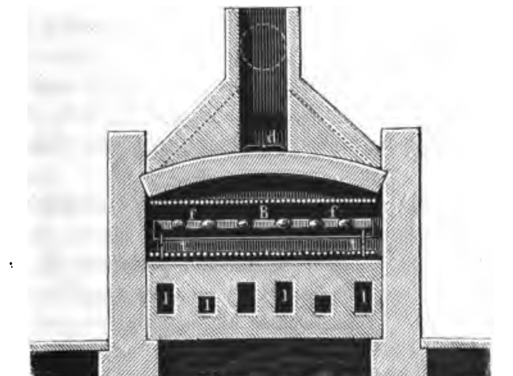


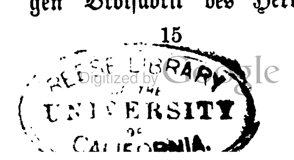
Fig. 90.

oberen und 30 im unteren Theile des Backraumes angebracht sind. Die Röhren sind etwa 4 m lang, ihr äußerer Durchmesser beträgt 35 mm, die Wandstärke etwa 5 bis 10 mm. An einem Ende sind die Röhren fest vernietet, am anderen, vorderen Ende sind sie etwas verjüngt. Nachdem die Röhren auf $^1/_7$ ihrer Länge mit Wasser gefüllt sind, wird über das vordere Ende eine Schraubenmuffe fest angezogen. In diesem Zustande werden die Röhren probirt und in Oefen verwendet, wenn sie einen inneren Druck von 400 Atmosphären aushalten. Wieghorst hat an einem der Rohre ein Manometer angebracht, um den Druck, der in den Röhren herrscht, zu messen. An den in der hiesigen Militärbäckerei benutzten Oefen zeigt dieses Manometer in einer Kreistheilung die Zahlen 1500 bis 6000. Die Zahlen drücken den Druck auf 1 Quadratzoll in englischen Pfunden aus, sie deuten also einen Druck von 100 bis 400 Atmosphären an. Die Anbringung eines solchen Manometers hält Haag wohl mit Recht für überflüssig, es müßte sonst an jedem Einzelrohre ein Manometer angebracht werden. Die einzelnen Röhren können in ihren Druckverhältnissen sehr verschieden von einander sein. Tritt zufällig durch eine Lücke in der Brennmaterialschicht auf dem Roste ein lebhafter Luftstrom, so wirkt er kühlend auf die über dieser Stelle des Rostes liegenden Röhren und erniedrigt in denselben den Druck; zerplatzt aber etwa ein größeres Kohlenstück, so bietet dasselbe dem Sauerstoff der Luft plötzlich eine größere Oberfläche, eine starke Flamme schlägt an solcher Stelle an die Röhren und treibt augenblicklich den Druck in denselben in die Höhe.

Die Heizung der Röhren ist durch die Zeichnung leicht verständlich. Die hinteren zugeschweißten Enden der Röhren ragen in die Flamme des Feuers auf dem die ganze Breite des Ofens einnehmenden Rost *v*. *h* und *h* sind die Thüren, durch welche das Brennmaterial auf den Rost gebracht wird. Diese Thüren dienen zugleich zur Reinigung der unteren Röhrenenden. Die gewöhnlich geschlossenen Thüren *u* schließen Reinigungsöffnungen für die Enden der oberen Röhrenreihe. *a* ist der Aschenfall. Um alle Röhren möglichst gleichmäßig zu erhitzen, um die Flamme möglichst breit zu machen, ist der Feuerraum oben etwas zusammengezogen und mündet in einen die ganze Breite des Ofens einnehmenden schmalen Spalt. Ueber demselben liegt ein Wasserkessel *w*, in dem für die Speisung des Backraumes mit Wasserdunst Dampf erzeugt wird. Die Klappe *k* im Schornstein erlaubt es einen zu raschen Verlust an Wärme aus dem Feuerraume bei schwacher Heizung zu verhindern. In der von Herrn Haag eingerichteten hiesigen Brotfabrik des Herrn

Fig. 91.





Speyerer ist das Rohr, welches die Verbrennungsgase schließlich dem Schornsteine zuführt, mit einem cylinderförmigen Wasserkessel umgeben, in welchem das für die Bäckerei nöthige warme Wasser geheizt wird.

Der eigentliche Backraum ist aus Mauerwerk hergestellt, welches auf allen Seiten des Ofens Lufträume enthält, so daß der Ofen vor Wärmeverlust durch Strahlung möglichst geschützt ist. Eine Schiebethür *ss* verschließt die vordere Oeffnung des Backraumes. Die ganze Breite des Backraumes wird durch Hebung der Thür, die durch Gegengewichte ausbalancirt ist, freigelegt, so daß nun der aus gespanntem Schmiedeeisenblech hergestellte Backtisch *tt* mit Hülfe von Rollen, deren Axen mit Graphit geschmiert werden, auf den Fahrschienen *ff* eingeschoben werden kann. Unter dem Backraum liegen Züge für kalte Luft *ll*. Wenn diese und der Dunstschieber *d* geöffnet sind, wird der Ofen rasch abgekühlt, und der Dampf aus demselben entfernt. *p* ist ein Pyrometer, dessen Einrichtung weiter unten beschrieben werden soll. Die Temperatur des Ofens wird durch dieses Pyrometer dicht über der Ofenthür auf einer Scheibe angegeben. Darüber steht ein Zifferblatt mit beweglichen Zeigern. Im Moment der Beschickung wird die Stellung der Zeiger auf diesem Zifferblatt nach einer in dem Backzimmer aufgehängten Uhr gerichtet, so daß man aus dem Unterschiede in der Zeit des Zifferblattes am Ofen und der der Uhr ersehen kann, wie lange das Brot im Ofen war.

Zum Einblasen von Wasserdampf ist in solchen Bäckereien, in denen eine Dampfmaschine vorhanden ist, ein durchlöchertes Rohr unmittelbar unter dem oberen System von Heizröhren angebracht, welches auch nahezu durch die ganze Länge des Ofens geht.

In den Oefen, die ich in der Brotfabrik des Herrn Speyerer wiederholt zu beobachten Gelegenheit hatte, und von denen jeder eine Quantität von 125 Kg in Form von runden dreipfündigen Broten auf einmal zu fassen vermag, beträgt die Länge der Röhren 4 m, die Länge des Backraumes 3,5 m, die Höhe des Backraumes 0,8 m, die Breite desselben 1,9 m. Die beiden Röhrensysteme sind um 0,4 m von einander entfernt. Zwischen denselben ist die Backplatte mit 3,3 m Länge und 1,8 m Breite einzuschieben und auszuziehen auf Schienen, die eine Länge von etwa 7 m haben. Ein solcher Ofen nimmt zur bequemen Bedienung des herausgezogenen Backtisches einen Flächenraum von 3 m Breite und 7,5 m Länge in Anspruch. Das Gesammtgewicht sämmtlicher Röhren und sonstiger Eisentheile beträgt etwa 64 Centner. Den Preis eines solchen Ofens stellt Joh. Haag loco Augsburg ohne Einrechnung der Kosten für Montirung und Mauerwerk zu 3000 Mark.

Der Betrieb des Ofens ist ungemein einfach. Beim Backen von dreipfündigen Brotlaiben, von denen etwa 60 auf einmal eingeschossen werden können, treibt man die Temperatur des Ofens zunächst, während er ringsum geschlossen ist, auf 200 bis 220° C. Ist diese Temperatur erreicht, so schließt man die Zugöffnungen der Feuerung und hört auf zu schüren. Dann werden die ausgewirkten und gegangenen Brote auf die ausgefahrene etwas mit Mehl bestreute Backplatte gelegt und sofort in den Ofen eingeschoben. Wenn die Platte halb belegt ist, öffnet man den Dampfhahn und läßt diesen etwa 3 Minuten Dampf in den Ofen blasen, so daß die Brote in den mit Brüden gehörig gefüllten Ofen eingeschoben werden.

Sind die Brote in einer feuchten Atmosphäre genügend ausgedehnt, so stellt man den Dampf ab und öffnet zugleich den Dunstschieber. Dadurch sinkt die Temperatur des Ofens rasch auf 190° C. und bei dieser Temperatur bleiben die Brote dann etwa eine Stunde im Ofen. Das Feuer wird während dieser Zeit nicht geschürt, die Gluth muß sich selbst erhalten. Um den Broten eine glänzende Oberfläche zu geben, überfährt man sie kurz vor dem definitiven Austragen auf dem für einen Moment ausgefahrenen Tisch mit Wasser. Nach Verlauf von etwa einer halben Stunde werden die vordersten Reihen der Brote mit den am weitesten im Ofen befindlichen vertauscht, an diesen beiden Stellen zeigt sich eine kleine Differenz in der Temperatur. Das Ein- und Ausfahren des Tisches können zwei Arbeiter sehr leicht besorgen. Mit geeigneten Haken fassen sie die Handhabe an der vorderen Seite des Tisches. Die Haken sind so eingerichtet, daß man mit ihnen den Tisch aus dem Ofen herausziehen und in denselben hineinstoßen kann. Gleich nach dem Ausleeren des Ofens braucht man nur die Feuerung für kurze Zeit durch Oeffnung der Züge etwas anzufachen, um den Ofen sofort wieder zu einer neuen Beschickung vorzubereiten.

Die häufig ausgesprochene Ansicht, daß diese Oefen nur für das Backen von Schwarzbrot geeignet wären, aber zum Backen von Weißbrot nicht zu gebrauchen seien, ist nicht richtig. In der Bäckerei der Gußstahlfabrik in Essen benutzt man nur solche Oefen, die von Wieghorst geliefert wurden, und backt in denselben pumpernickelartiges Schwarzbrot, Graubrot und feines Weißbrot (Stuten). Man muß bei dem Betriebe der Oefen nur vorsichtig die Temperatur beachten, wie es weiter oben angegeben wurde. Die eiserne Backplatte „sengt“ leicht, wie der Bäcker sich ausdrückt, zu stark erhitzt, läßt sie die Brote leicht verkohlen. Herr Haag theilte mir mit, daß man die sengende Wirkung der eisernen Backtische vermeiden könne durch Belegen der Platte mit dünnen Tafeln aus gebranntem Thon.

Der Besitzer der hiesigen Brotfabrik, Herr Speyerer, hatte die große Gefälligkeit auf meine Veranlassung genaue Versuche über den Kohlenverbrauch dieser Oefen anzustellen. Er fand, daß die Temperatur seiner Oefen bei Beginn des Anfeuerns von einem Tage zum anderen auf 100° R. zurückgegangen war. Es war das Verbrennen von 120 Pfund ruhrer Nußkohlen nöthig, um die Backtemperatur zu erreichen. Sodann verlangte jeder Ofen bei der Beschickung mit 60 dreipfündigen langen Broten 25 Pfund Kohlen, bei dem Ausbacken von 80 dreipfündigen runden Broten 30 Pfund Kohlen, mithin braucht das lange Brot, welches 1 Stunde im Ofen verweilt, pro Centner 14 Pfund Kohle, das runde, welches 1 Stunde 15 Minuten zum Backen verlangt pro Centner 12,5 Pfund Kohle. Wenn man täglich 10 Ofenfüllungen backt, so ergiebt sich, daß pro Ofenfüllung zu runden Broten inclusive der Kohlen zum Anfeuern $30 + {}^{120}/_{10} = 42$ Pfund Kohlen nöthig sind, bei der Fertigstellung von täglich 14 Ofenfüllungen ist für jede Beschickung erforderlich $30 + {}^{120}/_{14} = 38{,}57$ Pfund Kohlen, bei continuirlichem Betriebe würde die Kohle zum Anheizen gar nicht nöthig sein, jede Ofenfüllung also nur den Verbrauch von 30 Pfund Kohle erfordern.

Herr Speyerer benutzt die Abwärme des Ofens zur Heizung eines Dampfkessels, der über der Feuerung bei *w* in Fig. 89 gelagert ist. Dieser Kessel

reicht mehr als aus, um den Dampf in den Ofen zu liefern. Mit diesem Kessel verlangen die Oefen pro Ofenfüllung 5 Pfund Kohle mehr, als ohne denselben.

Als Motor für die Knetmaschine, Aufzüge ꝛc. wurde früher eine Dampfmaschine benutzt, deren Betrieb den Kohlenverbrauch auf 43 Pfund pro Centner Brot steigerte. Jetzt ist die Dampfmaschine durch eine Gaskraftmaschine ersetzt, welche die Arbeit von 4 Pferdekräften leistet, bei einem Consum von rund 1 cbm Gas für die mechanische Arbeit für jede Ofenfüllung.

Diese Ofenconstruction ist auch benutzt bei der Einrichtung von transportabelen Militär-Feldbacköfen. In Uhland's Maschinenconstructeur [1]) ist die Beschreibung und Abbildung eines solchen transportabelen Ofens gegeben, der für die französische Armee hergerichtet wurde.

Trotz der vorzüglichen Eigenschaften dieses Ofensystems, trotz der großen Ueberlegenheit dieser Oefen gegenüber allen früher besprochenen in Bezug auf Reinlichkeit, Sicherheit, Leichtigkeit und Schnelligkeit des Betriebes, trotz der großen Anerkennung, die diese Backöfen durch ungemein schnelle Verbreitung gefunden haben, können sie doch noch nicht als die vollkommensten Apparate zum Brotbacken bezeichnet werden. Sie besitzen in dem Princip, das ihrer Heizung zu Grunde liegt, Mängel, welche ihre Benutzung unvortheilhaft beeinflussen. Diese Mängel sind erkannt und beseitigt durch den Ingenieur Richard Lehmann in Dresden. Er kam zu einer neuen Ofenconstruction, welche entschieden eine größere Zukunft hat als die Oefen von Wieghorst und Haag.

Zunächst ist es nicht möglich, mit dem Perkins'schen Heizsystem eine beliebige Temperatur in dem Backofen zu erzielen, verhältnißmäßig niedrig liegt die Grenze, bis zu der man gehen kann, ohne den Ofen und das an demselben beschäftigte Personal in Gefahr zu bringen. Die Temperatur, die mit dieser Heizmethode erreicht werden kann, ist stets abhängig von der innerhalb der Röhren herrschenden Spannung. Bekanntlich steigt aber die letztere in einem viel rascheren Verhältniß, als die erstere. Die Temperatur von gesättigtem Wasserdampf beträgt bei einem absoluten Druck von

1 Atmosphäre	100° C.
5 Atmosphären	152,2 „
10 „	180,1 „
15 „	195,7 „
50 „	243 „
100 „	270,1 „
150 „	295 „
200 „	309 „

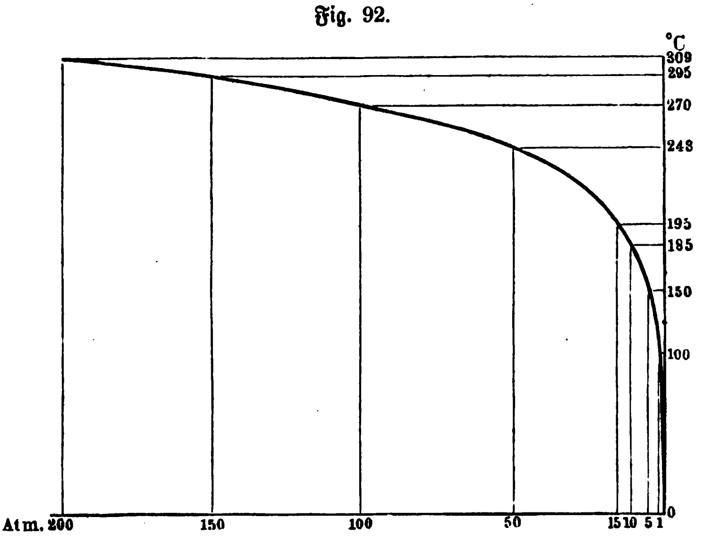
Stellt man, wie das in Fig. 92 geschehen ist, das Gesetz der Verhältnisse zwischen Temperatur und Spannung des Wasserdampfes graphisch dar, so ergiebt sich annähernd eine Parabel, welche deutlich zeigt, wie günstig die Spannung des Dampfes erhöht werden kann durch ganz geringe Temperatursteigerung, eine Er-

[1]) Der praktische Maschinen-Constructeur 1872, S. 306, Fig. 5 und 6 auf Tafel 75.

scheinung, welche bei Dampfmaschinen in neuerer Zeit vielfach benutzt wird. Im vorliegenden Falle, bei Benutzung der hochgespannten Dämpfe zu Heizzwecken, liegen die Verhältnisse aber gerade umgekehrt.

Bei einer verhältnißmäßig geringen Steigerung der Temperatur ist eine ganz enorme Steigerung des Druckes in den Röhren nöthig. Um Dampf von 295° auf 309° zu bringen, muß die Dampfspannung um 50 Atmosphären erhöht

Fig. 92.



werden. In der Festigkeit des Materials findet also die Erhöhung der Temperatur bei diesem Heizsystem bald ihre Grenze.

Wenn auch die Röhren, welche in diesen Oefen verwendet werden, stets auf einen Druck von 400 Atmosphären geprüft sind, so muß man bedenken, daß das Eisen bei wiederholter Erhitzung und Abkühlung seine Structur ändert und mit der Zeit nicht mehr diesem ursprünglich zulässigen Druck widersteht. Die Befürchtung wird namentlich motivirt erscheinen, wenn man berücksichtigt, daß bei der Dickwandigkeit der Röhren, die durch den hohen Druck, den sie ertragen sollen, bedingt ist, eine große Differenz in der Erhitzung also auch der Ausdehnung der inneren und äußeren Schichten der Eisenwand herrschen muß. Wiederholt sind in den Bäckereien, welche solche Oefen besitzen, heftige Explosionen vorgekommen. Gewöhnlich entsprechen die Röhren im Anfang den an sie gestellten Anforderungen recht gut, aber nach längerem Gebrauch treten die Störungen ein. So wurde mir z. B. in der hiesigen Militärbäckerei von einigen Explosionen erzählt, die erst eingetreten sind, als der Ofen 1½ Jahre in Betrieb war. Wenn man bedenkt, daß bei solchen Explosionen Röhrenstücke zolldicke Bretter durchschlagen haben, so erkennt man leicht, daß die Benutzung dieser Oefen für höhere Temperatur nicht ohne Gefahr ist.

Das Perkins'sche Heizsystem ist also nur zu verwenden, um Temperaturen zu erzeugen, die gerade noch für das Brotbacken ausreichen.

Ein weiterer Mangel ist begründet durch die Thatsache, daß die Fähigkeit des Wasserdampfes, Wärme aufzunehmen, mit der zunehmenden Spannung sinkt. Dadurch ist es bedingt, daß die Temperatur im Ofen nicht ganz gleichmäßig ist, sondern von vorn nach hinten etwas zunimmt. Der in dem Rohre befindliche Dampf stagnirt, die einzelnen Theilchen müssen die Wärme der Reihe nach an einander abgeben, sie gelangt also gewissermaßen durch Leitung mittels eines verhältnißmäßig schlechten Leiters in den vorderen Theil der Röhren. Allerdings ist zu berücksichtigen, daß diese Ungleichheit der Temperatur theilweise dadurch ausgeglichen wird, daß an dem direct erhitzten Ende der Röhren der Druck zuerst erzeugt wird, daß der Druck sich fortpflanzt bis zum vorderen Theile des Rohres, daß er hier seinerseits Wärme erzeugt, also nachläßt, so daß nun der hintere Theil des Rohres wieder Wärme von den Verbrennungsgasen aufnehmen kann rc., durch die wechselseitige Umsetzung von Wärme in Druck und umgekehrt wird also eine continuirliche Wärmeabgabe an allen Theilen des Ofens begünstigt. Thatsache aber ist es, daß die zuerst erwähnten ungünstigen Folgen des Heizsystemes vorwalten; wie schon oben erwähnt ist der vordere Theil des Ofens nicht ebenso stark erwärmt als die hintere Partie desselben, ein Umsetzen der vordersten und hintersten Brotreihen ist nicht zu vermeiden.

Sehr ungünstig für die Ausnutzung der Wärme, die das Brennmaterial liefern kann, wirkt endlich auch die Dicke der Rohrwandungen. Sowohl die Aufnahme wie die Abgabe der Wärme wird dadurch erschwert, die Temperaturunterschiede zwischen den Verbrennungsgasen und dem zu erwärmenden Dampf, sowie zwischen dem erwärmenden Dampf und dem Backraum müssen sehr bedeutend sein. Daher ist die Ersparniß an Brennmaterial gegenüber den alten Oefen nicht so bedeutend, als man erwarten sollte.

Allen diesen Uebelständen hat nun Richard Lehmann dadurch abgeholfen, daß er den Dampf nicht in gesättigter Form und stagnirend, sondern als überhitzten strömenden Dampf benutzt.

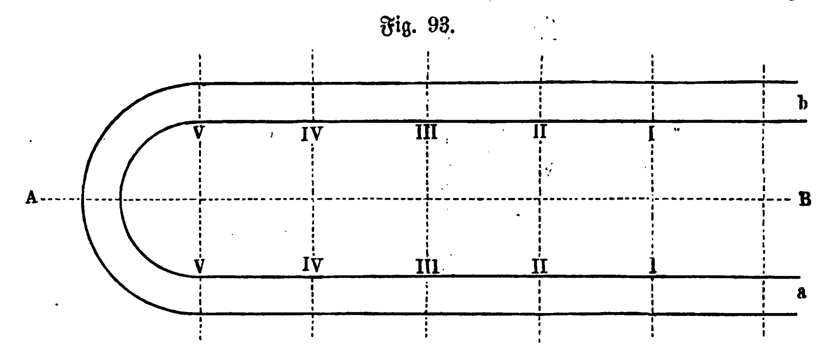
Die Vortheile, die durch diese Aenderung in der Verwendung des Dampfes zum Heizen von Backöfen erreicht werden, treten deutlich hervor.

Die hohe Spannung in den Röhren wird vermieden, die Erfahrung zeigt, daß man mit $1/4$ bis $1/2$ Atmosphäre Ueberdruck mehr als ausreicht. Dadurch ist einerseits die Explosionsgefahr beseitigt und andererseits kann man mit ganz dünnwandigen Röhren auskommen. Diese sind dann viel geeigneter zur Wärmeübertragung von Dampf auf den Backraum, diese dünnwandigen Röhren werden eine bedeutende Brennmaterialersparniß bewirken. Auch die Zerstörung der Röhren durch zu starke oder ungleichmäßige Erhitzung ist beseitigt oder doch wesentlich vermindert. Die von dem Rohr aufgenommene Wärme kann sich sofort dem Dampfe mittheilen, ohne erst, wie bei den Perkins'schen Röhren, den großen Querschnitt der Rohrwandung durchdringen zu müssen, es wird also weniger Wärme im Eisen angesammelt, seine Temperatur wird nicht so hoch.

Der strömende Dampf ermöglicht auch eine durchaus gleichmäßige Erwärmung des Backraumes. In je zwei benachbarten Röhren hat die Dampfströmung entgegengesetzte Richtung, in der Stromrichtung vermindert sich die Temperatur, jeder Theil des Raumes zwischen den beiden benachbarten Röhren erhält also gleichzeitig

von dem heißeren und von dem kälteren Rohre Wärme, und zwar so, daß alle Theile dieses Raumes zwischen je zwei benachbarten Röhren gleich stark erwärmt werden. Fig. 93 wird das leicht deutlich machen. In der Rohrwindung *a A b* soll der Dampf von *a* nach *b* strömen, von *a* nach *b* nimmt also die Temperatur des Dampfes allmälig ab. Angenommen durch die Querstriche seien Abtheilungen

Fig. 93.



des Rohres abgeschnitten, in denen diese Temperaturerniedrigung jedesmal 5° C. betrüge. Wenn nun der Dampf in dem Querschnitt I a 300° C. besitzt, so ergiebt sich für die Mittellinie *AB*, welche gleichzeitig von den verschiedenen Abschnitten der Röhre *a* und der Röhre *b* geheizt wird, folgende Temperatur:

I a . . . 300° I b . . . 255 Mittel $\frac{255 + 300}{2} = 277,5$

II a . . . 295 II b . . . 260 " $\frac{260 + 295}{2} = 277,5$

III a . . . 290 III b . . . 265 " $\frac{265 + 290}{2} = 277,5$

IV a . . . 285 IV b . . . 270 " $\frac{270 + 285}{2} = 277,5$

V a . . . 280 V b . . . 275 " $\frac{275 + 280}{2} = 277,5$

d. h. die Mittellinie *AB*, welche, wie weiter unten gezeigt wird, parallel der Längsaxe des Backofens läuft, wird an allen Stellen gleichmäßig erwärmt, entsprechend dem arithmetischen Mittel der Temperaturen in je zwei correspondirenden Querschnitten des Rohres. Da nun der ganze Backraum von derartigen Rohrsystemen umgeben ist, so wird überall im Ofen dieselbe Temperatur herrschen.

Die Figuren 94, 95, 96 und 97 verdeutlichen diese Ofenconstruction. Ich verdanke diese Zeichnungen und die Beschreibung der großen Freundlichkeit des Herrn Lehmann, dessen Auseinandersetzungen ich auch schon im Wesentlichen bei der Besprechung der Vortheile seines Heizsystems gefolgt bin. Fig. 94 zeigt einen Verticallängsschnitt durch den Ofen, Fig. 95 giebt einen Horizontalschnitt unterhalb der Backfläche, Fig. 96 zeigt die Ansicht des Ofens von hinten, Fig. 97 die

Stirnwand. In allen Zeichnungen sind dieselben Gegenstände mit denselben Buchstaben bezeichnet.

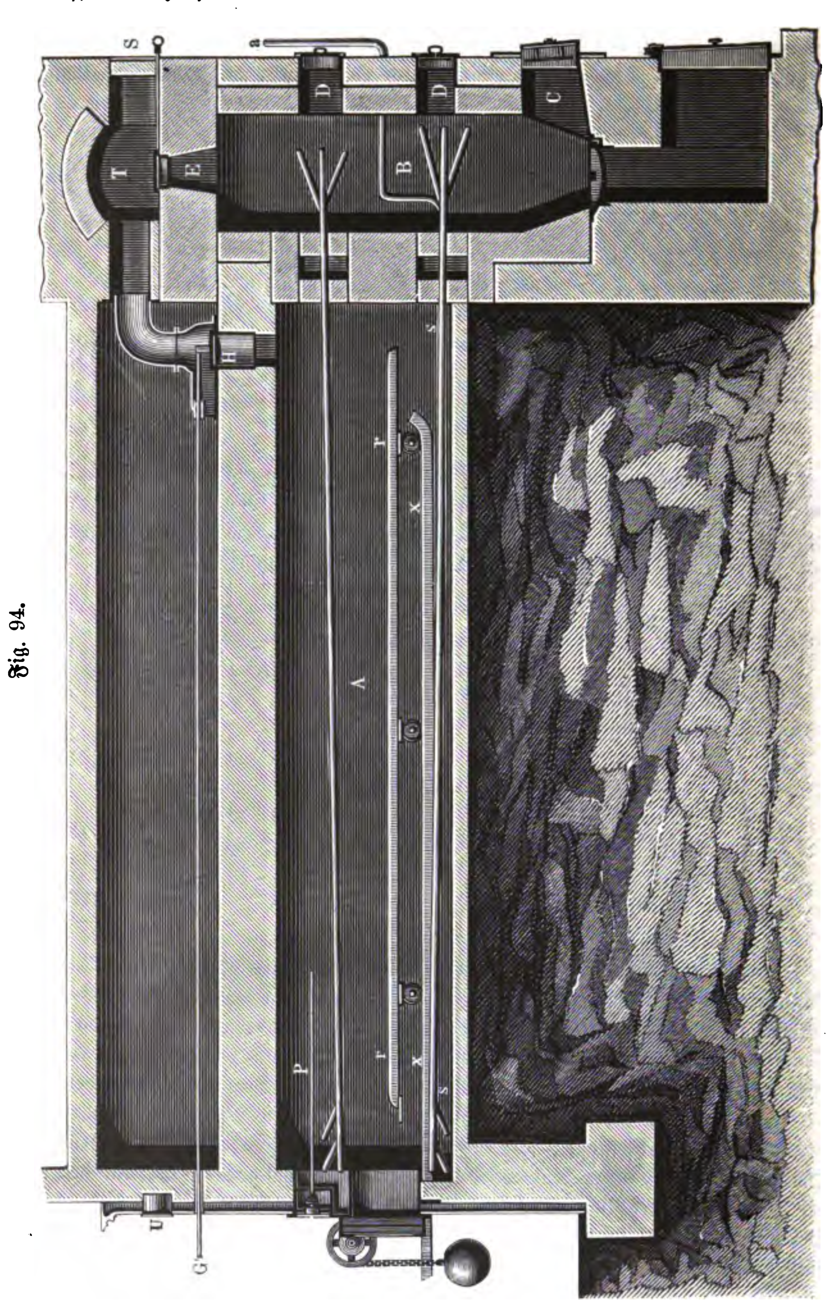


Fig. 94.

Der Backofen besteht, wie alle neueren Formen von Backöfen, aus zwei Haupttheilen, dem Backraum *A* und dem Feuerraum *B*.

Fig. 95.

Stirnwand. In allen Zeichnungen sind dieselben Gegenstände mit denselben Buchstaben bezeichnet.

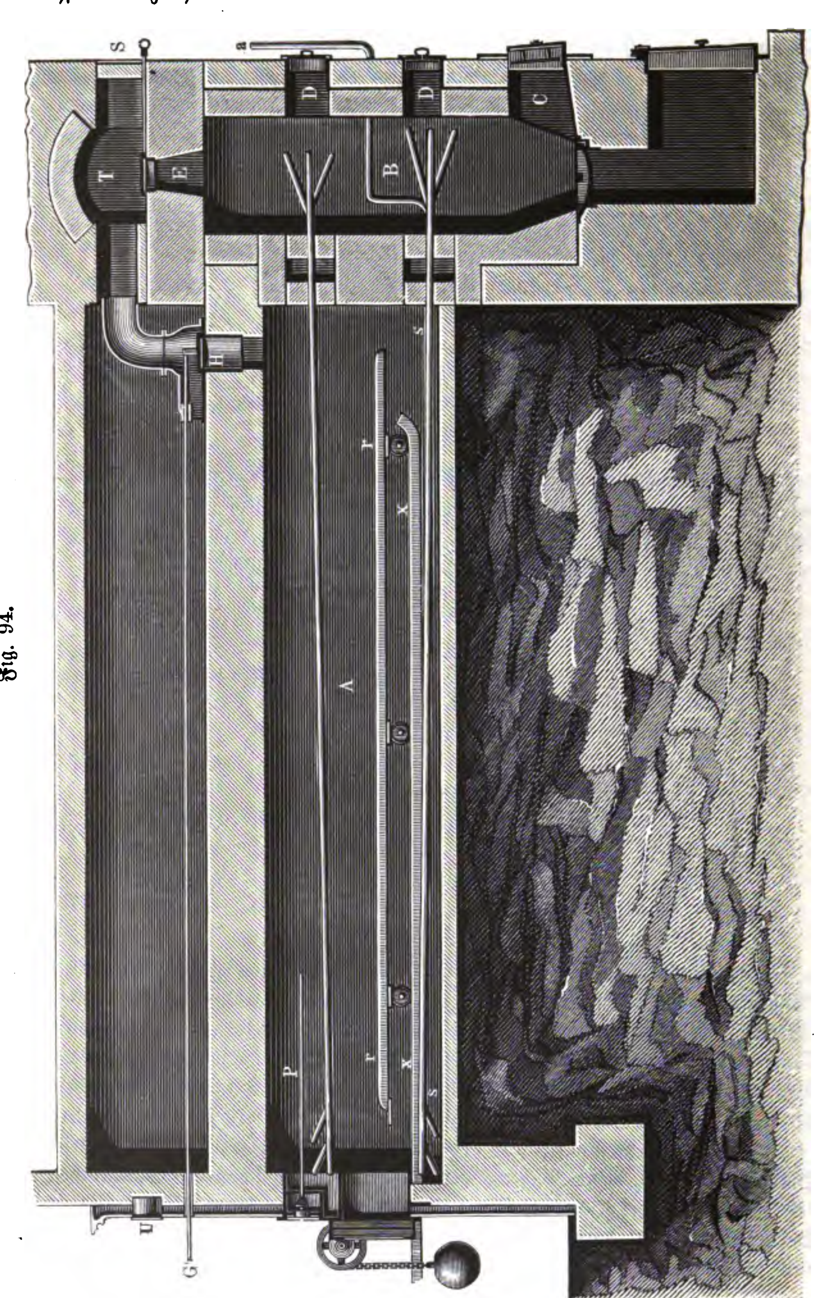


Fig. 94.

Der Backofen besteht, wie alle neueren Formen von Backöfen, aus zwei Hauptheilen, dem Backraum *A* und dem Feuerraum *B*.

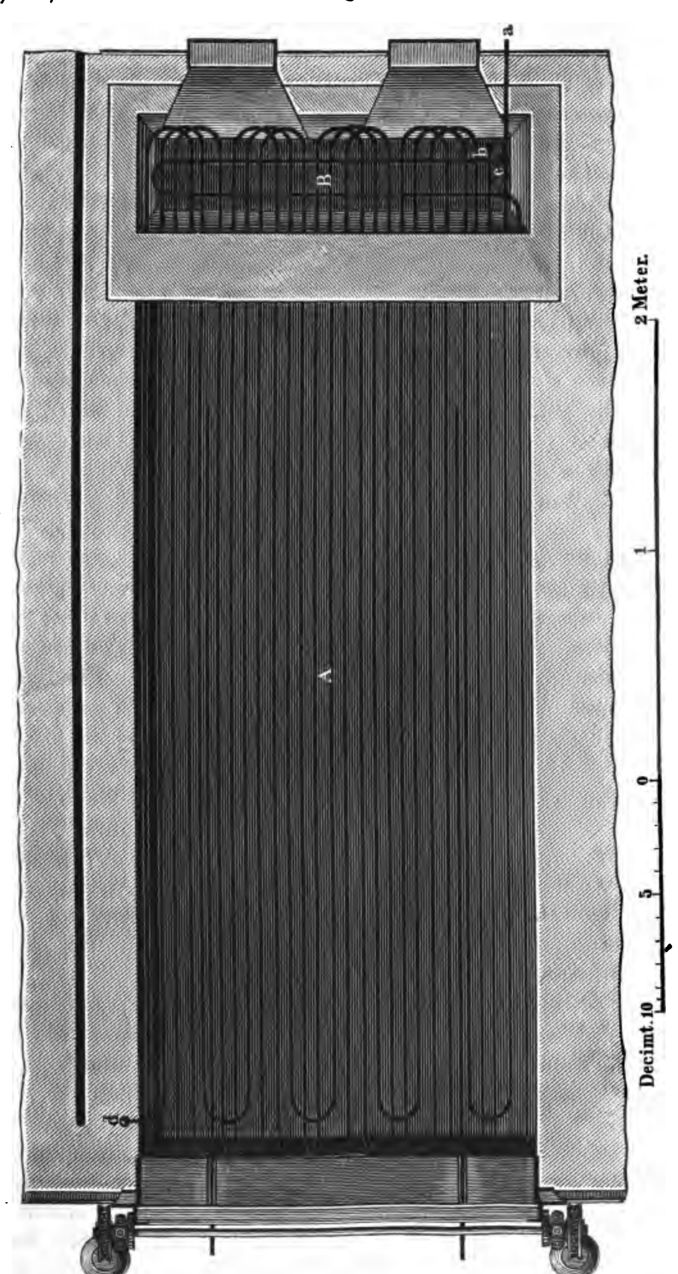


Fig. 95.

Der Feuerraum am hinteren Ende des Ofens in gleicher Breite wie der Backraum, in der Regel ganz bedeutend kürzer, wird begrenzt von den beiden gemeinsamen Seitenwänden des Ofens, dem gemeinschaftlichen Gewölbe, der Wand, die ihn vom Backraum scheidet und die von den Heizröhren durchdrungen wird, und endlich von der Wand, die die Feuerthüren *C* sowie die Zug- und Reinigungsöffnungen *D D* enthält. Er besitzt einen Rost von kurzen dicht liegenden gußeisernen Roststäben, die ähnlich wie bei Dampfkesselfeuerungen gelagert sind. Der Rost wird beschickt durch zwei kleine Feuerthüren *C* und ist für Steinkohlenfeuerung berechnet, doch läßt sich derselbe auch mit geringen Aenderungen für Holzfeuerung einrichten.

In Fällen, wo eine größere Anzahl von Oefen in einer Anlage vereinigt sind, kann man mit Vortheil Gasfeuerung anwenden, d. h. das Brennmaterial wird in einer für alle Oefen gemeinsam angelegten Feuerung, dem Gasgenerator, unvollständig verbrannt, vergast, das so gewonnene gasförmige Brennmaterial durch Canäle in die Oefen geleitet und hier durch Zutritt von atmosphärischer Luft verbrannt. In diesem Falle ist der Rost zu entfernen und sind statt dessen in dem unteren Theile der Feuerung verschiedene regulirbare Einströmungsöffnungen für Gas und Luft angebracht.

In dem Gewölbe des Feuerraumes befinden sich mehrere Oeffnungen *E*, welche in einen horizontal über dem Feuerraum hinlaufenden Canal *T* münden, durch welchen der Zug bewerkstelligt wird. Sind mehrere Oefen vorhanden, so können sie einen gemeinsamen Rauchcanal haben. Derselbe geht entweder direct in die Esse oder vorher unter einem Dampfkessel durch, damit daselbst die noch in den abziehenden Verbrennungsgasen enthaltene Wärme nutzbar gemacht werde. Der Rauchcanal ist mit einer Regulirvorrichtung *S* versehen und im Falle mehrere Oefen einen gemeinschaftlichen Rauchcanal haben, ist für jeden Ofen eine besondere Regulirvorrichtung (Schieber, Drosselklappe 2c.) vorhanden, welche ohne den Gang eines anderen Ofens zu beeinflussen geschlossen und geöffnet werden kann.

Der Backraum *A* wird begrenzt durch die beiden Seitenwände und das Gewölbe, die auch den Feuerraum umgeben, durch die mit Luftisolirung versehene Wand, die denselben vom Feuerraum scheidet, und durch die Stirnwand, die die Arbeitsthür enthält und die Controluhr *U*, das Pyrometer *P* sowie den Griff *G* für den Schieber *H* im Brüdenzug trägt. Ueber dem Gewölbe des Backraums liegt, um einen Wärmeverlust durch Strahlung möglichst zu vermeiden, ein geschlossener mit Luft erfüllter Raum.

Der Boden des Backraumes ist mit gutem, trockenen, schlecht leitenden Material, Sand, Asche 2c., aufgefüllt und trägt die Schienen *t*, auf denen die Backfläche *r* sich bewegt. Diese letztere besteht aus einem Blechboden, der beinahe die Länge und Breite des Backraumes hat und mit Winkeleisen gut versteift ist. An beiden Seiten und am hinteren Ende ist ein Rand von 3 bis 5 cm Höhe angebracht, welcher das Herablaufen des etwa zu dünnflüssig aufgegebenen Teiges verhindern soll. Getragen ist dieser Boden von einem leichten fahrbaren Gestelle mit 3 oder 4 Paaren von Rollen, die auf den oben erwähnten Schienen *t* laufen.

Die Arbeitsthür, so breit als der Backraum und genügend hoch, um die mit Brot beschickte Backfläche aus- und einzulassen, befindet sich in der Stirnwand

des Ofens. Sie wird verschlossen durch einen Schieber, der entweder hohl oder mit einem schlechten Wärmeleiter gefüllt ist und der bewegt wird durch zwei an den Seiten angebrachte Zahngetriebe mit Gegengewichten oder durch Kettenrollen mit Gegengewichten. Durch zwei kleine Rollen wird derselbe an die Thürplatte angedrückt, um einen guten Verschluß gegen außen zu gewähren. Das Pyrometer ist so angeordnet, daß der eigentlich thätige Theil des Apparates sich innerhalb des Backraumes frei in der Luft schwebend und zwar über der Backfläche befindet; das Zifferblatt ist in der Stirnwand des Ofens über der Thür eingelassen und von außen leicht sichtbar. Bei *y* in Fig. 97 sind Hähne angebracht, durch die der nöthige Dampf in den Backraum gelassen werden kann, um die Atmosphäre in demselben feucht zu erhalten.

Vor dem Ofen befindet sich ein entweder festes oder fahrbares Gestell, welches oben Schienen trägt, die die Fortsetzung der Schienen im inneren Ofen bilden und dazu bestimmt sind, die Backfläche während der Beschickung und Entleerung zu tragen.

Aus dieser Schilderung ersieht man, daß Lehmann die sehr zweckmäßigen Einrichtungen des Perkins'schen Ofens, wie er von Wieghorst, Haag u. A. gebaut wird, angenommen hat. Wesentlich unterschieden ist nun aber die Lehmann'sche Construction von der anderen durch die Art der Uebertragung der Wärme aus dem Feuerraum in den eigentlichen Ofen.

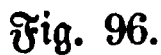
Ein continuirlicher Röhrenzug *s*, der je nach der Größe des Ofens in 50 bis 70 durch Krümmer unter einander verbundenen Strängen Feuerraum und Backraum abwechselnd durchläuft, dient als Dampfleitung. Derselbe besteht aus zwei Hauptabtheilungen, deren eine über, die andere unter der Backfläche angeordnet ist, die aber auch mit einander in Verbindung stehen, so daß die eine nur die Fortsetzung von der anderen bildet.

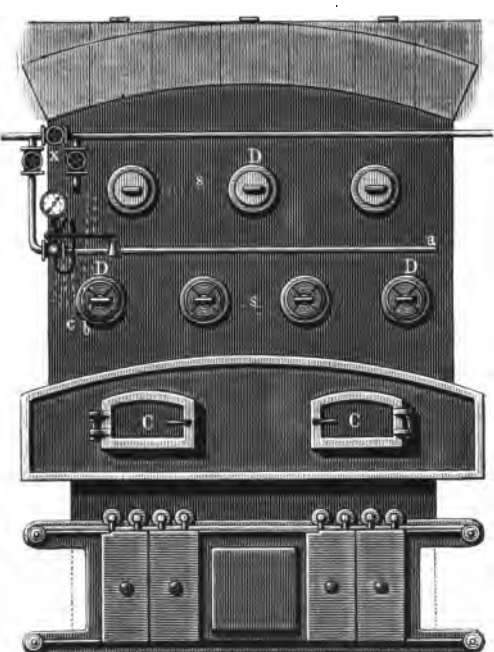
Dieser Röhrenzug mündet einerseits in den Dampfkessel, von welchem er mittelst Absperrventil getrennt werden kann, während das andere Ende entweder den Anfang des Röhrenzuges im zweiten Ofen bildet u. s. f., oder ins Freie sich öffnet, oder endlich den Dampf in ein Wassergefäß entläßt, um daselbst Backwasser, Kesselspeisewasser 2c. vorzuwärmen.

Sind mehrere Oefen vorhanden, so wird ein gemeinsames Dampfzuleitungsrohr für sämmtliche Oefen angebracht, von welchem für jeden Ofen ein besonderes Zweigrohr abgeleitet ist. An jeder Abzweigungsstelle befindet sich entweder ein Dreiwegehahn oder drei denselben Dienst versehende Dampfventile, wie sie auf der Zeichnung der Rückwand des Ofens (Fig. 96) bei *x* angedeutet sind, damit der Dampf beliebig durch alle Oefen geleitet werden kann oder einer oder mehrere Oefen ausgeschaltet werden können.

Der Vorgang der Heizung ist nun folgender: Der Dampf gelangt aus dem Dampfkessel in den Rohrstrang, durcheilt diesen zunächst in einer Windung über der Feuerung und tritt, dadurch überhitzt, in das erste Rohr, welches in der Längsrichtung des Backraumes liegt. Durch den correspondirenden Rohrstrang zurückgekehrt, hat er auf dem durchlaufenen Wege einen großen Theil seiner Wärme abgegeben. Er gelangt nun wieder in den Feuerraum, erhitzt sich von Neuem, kehrt wieder in den Backraum zurück u. s. f., bis er sämmtliche Strecken unten und

oben durchlaufen und nach je zweimaligem Wege sich neu erhitzt hat. Dann verläßt der Dampf den Ofen, um in der oben angedeuteten Weise verwendet zu werden. Bei dieser Behandlung kann der Dampf in dem Röhrensystem sich beliebig ausdehnen, eine höhere Spannung kann er nicht annehmen. Eine Gefahr, daß der Druck in den Röhren größer werde, als im Dampfkessel, ist nicht vorhanden. Zu größter Sicherheit und vollständiger Beruhigung kann man ein Controlmanometer anbringen, welches dann natürlich den Druck anzeigt, welcher im ganzen Heizrohre herrscht und der selbstverständlich überall gleich hoch sein muß.


Fig. 96.



Natürlich kann dieses Princip der Heizung in der verschiedensten Weise benutzt werden, man kann die Windungen der Röhren in sehr verschiedener Weise anordnen. Die Zeichnungen geben nur ein Beispiel dieser Anordnung. Fig. 95 und Fig. 96 lassen erkennen, daß der Dampf folgenden Weg durch das Röhrensystem zurücklegt. Bei *a* tritt der Dampf ein, geht durch das Rohr über der Feuerung hin und her und durchläuft dann zwei Drittel von den Rohrwindungen, die in Fig. 95 gezeichnet und unter der Backfläche angeordnet sind. Diese Windungen führen den Dampf in die Höhe seines Eintrittes, nämlich nach *b* zurück. Hier steigt das Rohrsystem aufwärts und geht nun auch über dem Ofen in Windungen vor und zurück. Oben durchläuft der Dampf in ganz ähnlicher Weise, wie unten, zwei Drittel der Windungen und steigt dann durch das Rohr *c* wieder herunter. Nunmehr strömt der überhitzte Dampf durch das letzte Drittel der Röhrenwindungen unter der Backfläche, er gelangt dabei nach *d*, steigt hier wieder hinauf, um nach Durchlaufung des letzten Drittels der Röhrenwindungen über der Backfläche in der Nähe von *a* den Ofen zu verlassen. Jedesmal wenn der Dampf den Weg hin und her durch den Ofen zurückgelegt hat, strömt er durch eine der Krümmungen, die über dem Feuer liegen. Fig. 94 zeigt, wie hier durch Aufbiegen der Röhren dafür gesorgt ist, daß jede Windung frei liegt, allseitig von der Flamme getroffen werden kann.

Die etwas complicirt erscheinende Verschlingung der Röhrenwindungen kann bei diesem Heizsystem nicht vermieden werden, gerade sie wirkt dahin, die Erhitzung des Backraumes möglichst gleichmäßig zu machen. Gerade bei dieser An-

ordnung liegen die Rohre möglichst dicht neben einander, bei ihr wird der Dampf möglichst oft erhitzt. Die Verschlingung der Rohrwindungen war auch deshalb nothwendig, um einerseits die Krümmungshalbmesser der Biegungen nicht zu klein nehmen zu müssen, andererseits um Dampf von höherer Temperatur regelmäßig neben solchem von niederer Temperatur laufen zu lassen.

Daß natürlich auch dieses Heizsystem für viele andere Zwecke, zum Erwärmen von Trockenöfen, Malzdarren, zum Rösten von Kaffee, von Cacao ꝛc. benutzt

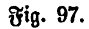
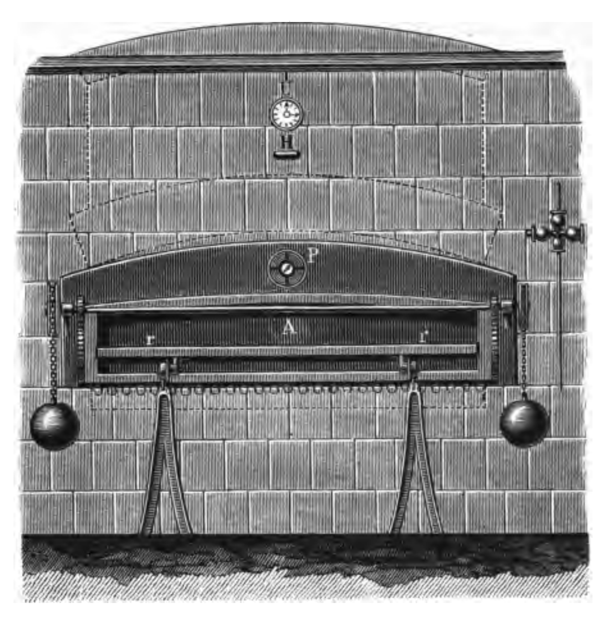


Fig. 97.



werden kann, liegt auf der Hand; es ist ein Verdienst des Herrn Lehmann, diese Erwärmungsmethode in die Technik eingeführt zu haben, die Heizung von Backöfen ist nur ein besonderer Fall.

Die Breite der Backfläche bei den Oefen beträgt 1600 oder 1900 mm. Die Breite von 1600 mm hat sich am besten bewährt, breitere Backflächen sind wenigstens in Haus- und Commisbrotbäckereien unbequem zu beschicken. Ein Ofen, dessen Backfläche 1600 mm breit und 3000 mm lang ist, kann bequem 2,5 Centner Brot pro Schuß ausbacken. Da der Backproceß incl. Beschickung und Entleerung $1^1/_2$ Stunden in Anspruch nimmt, so kann bei gutem Betriebe ein Ofen von obigen Dimensionen 40 Centner Brot in 16 Schuß in 24 Stunden liefern.

Ein solcher Ofen nimmt einen Flächenraum von 2250 mm zu 5200 mm, also 11,7 qm in Anspruch. Dazu kommt das Gestell vor dem Ofen, welches die herausgezogene Backfläche trägt, mit 3000 mm Länge, vor demselben ein Raum von 1000 mm zum Verkehr der Arbeiter und hinter dem Ofen ein solcher von 1500 mm für den Feuermann, so daß die Gesammtlänge, die der Ofen im

Betriebe bedarf, 10 700 mm beträgt bei einer Breite von 2250 mm, der ganze Apparat also einen Gesammtflächeninhalt von etwa 24 qm.

Der Preis eines solchen Ofens ist natürlich von dem Preise der Materialien, der Höhe der Arbeitslöhne 2c. abhängig. Etwa kann man nach den Angaben des Herrn Lehmann die Kosten für einen solchen Ofen auf 4000 bis 4500 Mark veranschlagen.

Betriebsresultate aus der Praxis habe ich von diesem erst im Jahre 1877 patentirten Ofen nicht erhalten können. Dieselben werden voraussichtlich sehr günstig sich gestalten. Der allgemeinen Anwendung dieses Ofensystems wird es möglicher Weise störend im Wege stehen, daß dasselbe das Vorhandensein eines Dampfkessels voraussetzt. Vielleicht wäre die Construction leicht so zu modificiren, daß dieselbe Feuerung dazu dienen könnte, den Dampf zu erzeugen und zu überhitzen. In diesem Falle würde der Ofen nicht allein in den größeren Brotfabriken, deren Knetmaschinen 2c. nur mit Dampf betrieben werden können, sondern auch in kleineren Bäckereien Eingang finden.

Einen Mangel führt die Benutzung des strömenden Dampfes mit sich, den das Heizsystem von Perkins nicht besitzt. Wenn bei letzterem wirklich einmal ein Heizrohr zerplatzt, so können die übrigen doch noch benutzt werden, der ganze Betrieb des Ofens ist dadurch nicht gestört. Anders ist das bei Lehmann's Ofen. Wenn der Röhrenstrang an irgend einer Stelle durch Durchbrennen des Eisens oder andere Veranlassung geöffnet wird, so muß der Betrieb des Ofens bis nach der Wiederherstellung der verletzten Stelle unterbrochen werden. Namentlich für Militärbacköfen ist dieser Umstand sehr schwerwiegend. Wesentlich gemildert ist dieser Uebelstand durch Anbringung passender, leicht zugänglicher Verschraubungen in den Röhrensträngen, die in den obigen Zeichnungen nicht angedeutet sind. Das Durchbrennen der direct den Flammen der Feuerung ausgesetzten Theile des Rohrsystems wird auch dadurch erschwert, daß der Dampf zuerst durch starke gußeiserne Rohre in den Feuerraum tritt und erst nachdem er in diesen einige Male den Weg hin und her über dem Feuer zurückgelegt hat, in die schmiedeisernen Röhren einströmt. Die Gußeisenrohre halten also die Stichflamme von den dünneren Schmiedeisenrohren ab.

Die vorstehende Schilderung läßt erkennen, daß man die neuesten Fortschritte der Industrie benutzt, um die zweckmäßigsten Backöfen zu construiren. Solche Einrichtungen sind indessen meistens nur bestimmt für Bäckereien, die an bestimmten Orten dauernd etablirt werden. Für die Verpflegung von Armeen im Felde dagegen sind nur wenige der beschriebenen Backöfen zu verwenden, nur in einzelnen Fällen, wie z. B. bei den Oefen nach Perkins' System wurde darauf hingewiesen, daß solche Constructionen auch für Feldbacköfen einzurichten wären. Es ist natürlich für die Bereitung des Brotes im Felde möglichste Einfachheit und leichte Transportirbarkeit der Backöfen durchaus erforderlich. Die primitivsten Apparate sind denn auch für diesen Zweck in Vorschlag gebracht worden.

Mehrere solcher Oefen sind von Burian [1]) genauer beschrieben, hier mag es genügen, dieselben mit wenigen Worten zu erwähnen. Der Feldbackofen der österreichischen Armee besteht aus Eisenblechtafeln von 2,2 mm Dicke und 250 cm Länge, von denen je drei zu einem Halbcylinder von 125 cm Durchmesser und 42 cm Höhe zusammengenietet sind. Durch Querrippen und Längsschienen gehörig verstärkt und an einem Eisengerüst mit Hülfe von Ketten aufgehängt, wird dieser Halbcylinder mit der Oeffnung nach unten auf eine geebnete Fläche gestellt, die 1,2 m breit, 2,5 m lang und mit Ziegeln belegt oder aus Lehm geschlagen ist. Am zweckmäßigsten steht der Ofencanal horizontal, es kann dann jede Oeffnung als Mundöffnung benutzt, resp. zwischen beiden je nach der Windrichtung ꝛc. gewechselt werden. Vorn und hinten wird der Canal durch Eisenplatten geschlossen, von denen die an der Rückwand ein Rauchrohr trägt. Um dem Bäcker einen passenden Platz zu bieten, wird vor dem Ofen eine Grube von etwa 1 m Tiefe ausgehoben. Das dabei herausgegrabene Bodenmaterial wird auf die Blechwand des Ofens geworfen, so daß der ganze Ofen etwa 20 cm dick mit Erde bedeckt ist. Der Ofen wird durch Verbrennen von 200 kg Holz auf dem Herde während einer Zeit von etwa drei Stunden ausgeheizt und kann dann in je 24 Stunden 10 Ofenfüllungen jede zu 46 Broten (à 875 g) fertig stellen. Ein solcher Ofen vermag 500 Ofenfüllungen zu liefern ehe er unbrauchbar wird, tritt an einzelnen Stellen ein Durchbrennen des Eisens ein, so wird das Gewölbe durch Eisenplatten an diesen Stellen ergänzt. Der ganze Ofen wiegt 250 kg und die Stücke von vier solchen Oefen finden auf zwei dreispännigen Trainwagen Platz.

Ganz ähnlich, aber noch einfacher ist der englische Feldbackofen. Auch er besteht aus einem Halbcylinder aus Eisenblech, der direct auf eine geebnete Fläche gestellt wird, aber da bei der englischen Construction nicht für die nöthige Versteifung der Blechwand gesorgt ist, so wird der Ofen sehr leicht von der auf ihm ruhenden Erdlast zusammengedrückt.

Für den Nothfall, sagt Burian, lassen sich sogar leere Fässer eine Zeitlang als Backofen benutzen. Von denselben wird der eine Boden entfernt und dann werden sie der Länge nach so in eine Grube gelegt, daß sie zur Hälfte in der Erde ruhen. Bis zur halben Höhe wird die Tonne darauf mit Steinen angefüllt und auf diesen stellt man aus Lehm eine Backfläche her. Nachdem noch ein Rohr in die obere Tonnenwand eingefügt ist, durch das der Rauch abziehen kann, wird die ganze Tonne mit Erde bedeckt und die vordere Oeffnung der Tonne bis auf ein passendes Mundloch mit Lehm geschlossen.

Ehe die Besprechung der Backöfen verlassen werden kann, sind noch einige Hülfsapparate zu erwähnen, die den Betrieb der Oefen ergänzen oder erleichtern. Namentlich drei Einrichtungen sind da zu nennen. Apparate, mit denen Dampf im Ofen verbreitet wird (Qualmapparate, Brodemerzeuger), Pyrometer und Leuchtapparate, die den dunklen Backraum während des Betriebes erhellen. Alle möglichen vor-

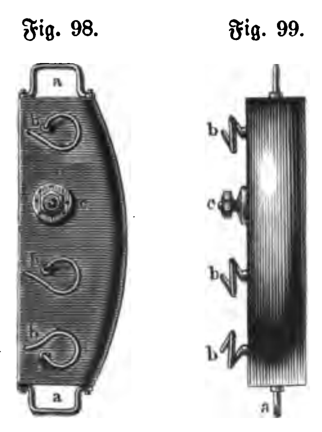
[1]) Burian, Das Heeres-Verpflegungswesen. Wien 1876.

geschlagenen Einrichtungen zu schildern kann natürlich nicht meine Aufgabe sein, es muß wieder genügen, einige Beispiele von solchen Constructionen zu erwähnen.

Wie oben schon wiederholt hervorgehoben, ist es von größter Wichtigkeit für die Erzielung eines guten glänzenden Brotes, daß die Atmosphäre in dem Backraume mit Wasserdämpfen (Schwaden, Brodem, Qualm) angefüllt ist. In dieser feuchten Luft trocknet der Teig nicht zu schnell aus, er behält lange genug eine dehnbare Oberfläche, um der Lockerung durch die in Folge der Erhitzung ausgedehnten Kohlensäure und Dämpfe folgen zu können ohne zu zerreißen. Von jeher ist die Bedeutung der Wasserdämpfe von den Bäckern anerkannt, wenn auch häufig mit falschen Vorstellungen verbunden. Sagte mir doch ein Bäcker, daß der Dampf „Zuckerstoff“ in den Ofen brächte.

Früher hat man in der primitivsten Weise Wasserdampf im Ofen verbreitet, man goß Wasser auf die heiße Herdplatte, legte nasse Tücher oder frisches Holz in den Ofen und sorgte durch gehörigen Abschluß der Züge dafür, daß der Dampf nicht entweichen konnte. In neuerer Zeit hat man zweckmäßiger für Erzeugung von Dampf im Backraume gesorgt. So hat man Rinnen im Ofen vorgesehen, die der Länge des Ofens nach an der Stelle hergerichtet waren, wo das Gewölbe die eine Seite der Herdsohle erreicht. In diese mit Sand gefüllten Rinnen ließ man durch einen passend angebrachten Trichter Wasser fließen, welches natürlich in dem heißen Sande sofort verdampfte. Diese Rinnen, die bei häufiger Benutzung die Festigkeit des Bauwerkes schädlich beeinflussen konnten, hat man dann ersetzt durch eiserne, meist dreieckige gußeiserne Kästen, die in einer Ecke der Herdsohle eingemauert werden. In diese natürlich von der Feuerung mit erhitzten Kästen ließ man das Wasser durch geeignete Vorrichtungen nach Bedarf fließen, von diesen Kästen aus verbreitete sich dann der Dampf. Der oben (Seite 215) geschilderte Ofen des Herrn Hofbäcker Schwindt in Carlsruhe hat noch diese Einrichtung.

Fig. 98. Fig. 99.



Sicherer hat man natürlich die Füllung des Ofens mit Brodem in seiner Gewalt, wenn man direct Wasserdampf eintreten läßt. Ueberall, wo in einer Bäckerei ein Dampfkessel vorhanden ist, läßt man den Dampf in den Ofen blasen. In den Oefen von Wieghorst-Haag, sowie in dem von Lehmann, sind Röhren angebracht, durch die Wasserdampf in den Ofen eingeführt werden kann.

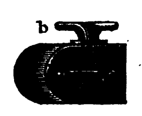
Für Bäckereien, in denen kein Dampfkessel sich befindet, empfiehlt sich der sehr einfache Apparat zur Brodemerzeugung, welchen Loriot in Paris construirt hat. Die Figuren 98, 99, 100 [1]) geben eine Vorstellung von diesem Dampferzeuger. Fig. 98 zeigt den Apparat von oben, Fig. 99 giebt die Ansicht von einer Längs-

[1]) Entnommen aus Boulanger (Encyclopädie Roret).

seite, Fig. 100 zeigt die Ansicht von einer schmalen Seite. Der aus Kupfer hergestellte Behälter hat die Gestalt eines Brotes, ist zur bequemen Handhabung mit zwei Henkeln *a a* versehen und kann, wenn er durch die mit Schraubenkapsel verschließbare Oeffnung *c* mit warmem Wasser gefüllt ist, mit den gewöhnlich beim Einschießen der Brote benutzten Werkzeugen in den Ofen hineingesetzt werden. Auf der oberen Wand trägt der Apparat drei schlangenförmig gewundene Röhren *b*, durch die der Dampf in den Ofen strömt, sobald das Wasser im Inneren des Behälters durch die Wärme des Backofens zum Sieden erhitzt ist.

Ein Pyrometer an einem Backofen anzubringen halten viele praktischen Bäcker für durchaus überflüssig, sie erklären, daß der nicht im Stande sei, einen Ofen zu benutzen, der nicht die Temperatur desselben zu schätzen verstehe. Kunstgriffe, wie das Hineinhalten der Hand in den Backraum, Bestreuen der Backfläche mit Mehl, Hineinlegen eines Stücks Papier in den Ofen u. s. w., werden benutzt, um die für das Backen richtige Temperatur zu erkennen. Derartige Hülfsmittel sind aber immer nur rohe Behelfe, der Bäcker, der sie benutzt, kann möglicher Weise bei genügender Erfahrung mit ihrer Hülfe den richtigen Wärmegrad treffen zum Backen dieser oder jener Brotsorte, aber er bleibt sich unklar darüber, ob er diesen Wärmegrad mit dem zulässigen Minimum an Brennmaterial erreicht hat, und das Resultat des Backens bleibt stets abhängig von der Fähigkeit des Arbeiters, die richtige Temperatur zu erkennen. Jeder Bäcker, der in rationeller Weise die Fortschritte der Wissenschaft benutzt, wird sich eines Pyrometers zur Bestimmung der Ofentemperatur bedienen. Die Anschaffungskosten für ein solches Instrument sind verhältnißmäßig gering, die rationellere Ausnutzung des Brennmaterials, die seine Anwendung erlaubt, wird die Auslagen für den Apparat bald wieder einbringen. An allen neueren Oefen sind daher, wie oben angedeutet, Pyrometer angebracht. Die älteste Heizmethode mit Holzfeuerung erwärmt den Ofen so ungleichmäßig, daß ein vorn im Ofen befestigtes Pyrometer kaum die Mitteltemperatur des Backraumes angeben kann, nur bei Oefen mit zweckmäßiger Heizung ist man in der Lage, das Pyrometer richtig zu verwenden.

Fig. 100.



Die Pyrometer sind immer so im Ofen anzubringen, daß der Körper des Apparates, der gegen die verschiedene Temperatur empfindlich ist, frei in den Backraum hineinragt, nicht etwa vom Mauerwerk bedeckt ist. Vor dem Ofen, in der Regel über der Ofenthür, wird die Scala angebracht, so daß der Arbeiter vor dem Ofen die Temperatur leicht beobachten kann.

Die für Backöfen benutzten Pyrometer sind zweierlei Art, entweder Metallthermometer oder Luftthermometer.

Früher hat man als Metallpyrometer einfache Metallstangen in den Ofen gelegt und durch deren Ausdehnung einen Zeiger auf einer Scala in Bewegung gesetzt. Ein solcher Kupferstab diente z. B. als Pyrometer in dem oben beschriebenen Ofen von Rolland. Die neueren Metallthermometer benutzen die Thatsache, daß die verschiedenen Metalle bei gleicher Erhitzung sich verschieden stark ausdehnen. Wenn man nun verschiedene Metalle (meist Eisen und Messing) in Form von Stangen oder Spiralen fest mit einander verbindet, so erleiden diese in Folge der verschiedenen Ausdehnung der Bestandtheile dieser Combination eine Krümmung,



Fig. 101.





oder Drehung, deren Größe entweder direct oder unter Uebertragung durch ein Hebelwerk durch einen Zeiger auf der Scala angezeigt wird.

Verschiedene Firmen liefern derartige Apparate. Namentlich viel eingebürgert mit den Oefen des Herrn Haag in Augsburg sind die Pyrometer der Firma C. W. Julius Blancke u. Comp. in Merseburg und Manchester. Der Freundlichkeit des Herrn Blancke sowie des Herrn J. Haag verdanke ich die folgenden Mittheilungen über die Einrichtung und Benutzung des Apparates, sowie die in Fig. 101 wiedergegebene Zeichnung. Die Abbildung giebt, theilweise im Schnitt, eine Längenansicht des Pyrometers, der Kopf mit der Scala ist außerdem so angegeben, wie er in der Stirnwand des Ofens über der Thür sichtbar ist, diese Scala wird kreisrund oder halbrund geliefert.

Das Pyrometer für Backöfen besitzt eine Länge von etwa 57 cm. Ein Rohr, welches fest mit dem in die Stirnwand des Ofens eingelassenen Kopf des Apparates verbunden ist, ragt frei in den Ofenraum hinein. Sein hinteres Ende ist geschlossen durch einen Metallstopfen *A*. Dieser Stopfen trägt einen seiner Länge nach durchbohrten Ansatz *a*, in dessen Höhlung sich die Stange *b b* drehen kann, die an ihrem vorderen Ende den Zeiger in dem die Scala enthaltenden Pyrometerkopfe *B* trägt. Das hintere Ende dieser Stange *b b* wird von der Spiralfeder *c c* umschlossen, die aus Messing- und Stahlblech zusammengelöthet ist. Diese Feder ist an dem einen Ende bei *y* fest mit dem oben erwähnten Ansatz *a*, an dem anderen Ende bei *x* aber mit der Stange *b b* verbunden. Wird diese Feder verschiedenen Temperaturen ausgesetzt, so dehnt sie sich aus oder zieht sich zusammen und setzt dadurch *b b* in Drehung, die der Zeiger auf der Scala andeutet.

Die Empfindlichkeit dieses Pyrometers reicht für die Backofenpraxis vollkommen aus, da die Grenzen der mit demselben genau zu messenden Wärmegrade zwischen 20 und 450° C. über 0 beträgt. Bei höheren Temperaturen folgen die beiden Metalle der Ausdehnung durch die Wärme nicht mehr in demselben Verhältniß, die Gradeintheilung der Scala ist dann nicht mehr zu benutzen. Für die Dauerhaftigkeit des Pyrometers ist es von Wichtigkeit, daß das Instrument nicht fortwährend der hohen Temperatur ausgesetzt bleibt und auf keine zu hohe Temperatur erhitzt wird. In Oefen, welche durch Feuerung im Backraum geheizt werden, darf das Metallthermometer nicht eingesetzt werden, so lange es direct von den Flammen getroffen werden kann; hier ist das Instrument während der Heizung zu entfernen und erst während des Abstehens des Ofens in denselben einzuschieben. Würde man das Pyrometer directer Gluthhitze aussetzen, so würde die Structur der Metalle in kurzer Zeit so verändert werden, daß das Instrument unrichtige Angaben macht.

Ein solches Pyrometer mit halbkreisförmiger Scala kostet 50 Mark.

Die Scala für solche Metallthermometer wird in der Weise hergestellt, daß man die von dem Zeiger angegebene Temperatur so weit das möglich ist mit Hülfe eines Quecksilberthermometers feststellt und die auf der Zeigerscheibe dadurch gegebene Theilung weiter fortführt. Man setzt dabei stillschweigend voraus, daß die Metalle bei gleichen Temperaturintervallen an verschiedenen Stellen der Scala eine gleiche Volumveränderung erleiden. Streng genommen ist das nicht richtig, man darf sich nicht verhehlen, daß die Gradangabe dieser Instrumente nur eine annähernde sein kann. Bei den Backöfen kommt es aber auch nur auf eine empirische Scala an, der Bäcker muß an dem Instrumente die Temperatur erkennen können, bei der er Schwarzbrot oder Weißbrot ꝛc. in den Ofen einschießen soll. Für diesen Zweck reichen die Metallthermometer aus, man muß nur durch die oben angedeutete Vorsicht für möglichen Schutz des Apparates vor schädlichen Einflüssen sorgen.

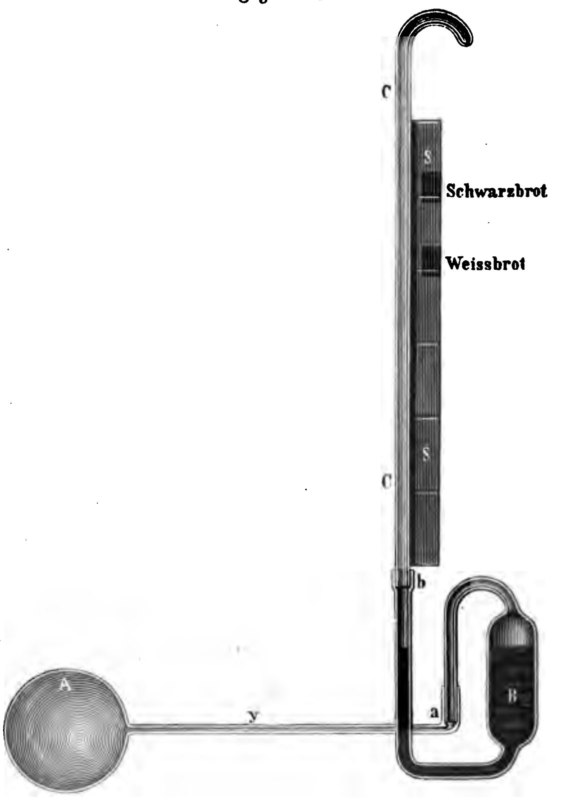
Die Luftthermometer gründen sich auf die Beobachtung, daß eine bestimmte Menge Luft bei verschiedenen Temperaturen einen verschiedenen Raum einnimmt. Schließt man also ein beliebiges Quantum Luft in einem passenden Gefäße durch Quecksilber ab, so wird die Luft bei höherer Temperatur das Quecksilber weiter vorschieben, als bei niederer Temperatur, der Stand des Quecksilbers kann also benutzt werden, um den Wärmegrad der eingeschlossenen Luft zu messen. Legt man nun das Gefäß, welches die Luft enthält, in den Backraum, das Quecksilbergefäß aber vor denselben, so ist man in der Lage, außerhalb des Ofens die Temperatur des Backraumes genau zu controliren.

Als Beispiel für ein solches Luftpyrometer will ich die Zeichnung des Apparates wiedergeben, welcher vor einiger Zeit in der Bäcker- und Conditorzeitung [1]) für Conditoröfen in Vorschlag gebracht wurde. Durch einfache Modification würde das Instrument leicht auch für Brotbacköfen anzuwenden sein. Ob dieses Pyrometer in Backöfen schon praktisch benutzt ist, ist mir unbekannt.

[1]) Nr. 3 vom 15. Januar 1875.

Fig. 102 giebt nur eine schematische Zeichnung eines solchen Luftthermometers. Die Kugel *A* ist aus einem Metall herzustellen, welches in der Backofenluft nicht oxydirt wird, man verwendet am zweckmäßigsten Platin, da dieses auch bei etwaiger Berührung mit Quecksilber unverändert bleibt. Da übrigens die Metalle bei höherer Temperatur etwas durchlässig für Gase werden, würde die Verwendung von Glas oder Porzellan zur Herstellung dieser Kugeln vorzuziehen sein. Diese Kugel liegt im Ofen, sie umschließt die Luft, welche durch Ausdehnung in Folge der Erwärmung die Temperatur des Backraumes angeben soll. Sie läuft in ein Capillarrohr *y* aus, welches vor der Ofenwand bei *a* zu einer Röhre erweitert ist, in welche der eine Schenkel des Eisengefäßes *B* dicht eingekittet wird. Dieses Gefäß *B* enthält das Quecksilber, dessen Stand bei mittlerer Temperatur in den beiden Schenkeln von *B* gleich hoch ist, wie es die Fig. 102 zeigt. Bei *b* ist in dem

Fig. 102.



oben offenen Schenkel von *B* ein starkwandiges Glasrohr *C C* dicht eingekittet. In diesem Rohre steigt das Quecksilber in die Höhe, sobald die Luft in *A* ausgedehnt wird und das Quecksilber aus *B* verdrängt. Neben diesem Steigrohre, das oben natürlich offen ist, um den Austritt der Luft zu ermöglichen, dessen Oeffnung aber nach unten gekehrt ist, um den Eintritt von Staub zu verhüten,

befindet sich eine empirische Scala, auf der der Stand des Quecksilbers bei den Temperaturen des Ofens angegeben ist, bei denen die verschiedenen Brotsorten gebacken werden können. Wenn man genügende Vorsorge trifft, um ein Zerbrechen der gläsernen Steigröhre zu verhindern, dürfte dieses Luftthermometer wegen länger andauernder Richtigkeit seiner Temperaturangaben den Metallthermometern vorzuziehen sein [1].

Die Nothwendigkeit, den dunkeln Backraum während des Betriebes zu erleuchten, hat man von jeher erkannt. Erst die neuesten Ofenconstructionen mit herausziehbarem Herde machen die Anwendung von Leuchtapparaten überflüssig, alle übrigen Oefen machen ein Arbeiten in dem dunkeln Backraum nothwendig, sie erfordern daher sämmtlich Einrichtungen, um eine Beleuchtung desselben zu ermöglichen. Schon an den alten Holzheizungs-Backöfen sind Vorrichtungen zu diesem Zwecke angebracht. Gewöhnlich neben der Arbeitsthür sind die Leuchtlöcher vorgesehen, kleine mit Thüren verschließbare Oeffnungen, von denen aus das nöthige Licht in den Backraum geworfen wird. Früher unterhielt man in diesen Leuchtlöchern mit harzreichem Holze ein kleines Feuer. In neuerer Zeit ist aber diese primitive Beleuchtungsart immer mehr durch besondere Beleuchtungsapparate verdrängt. Sehr einfach sind diese Apparate, wenn Leuchtgas zur Verfügung steht. Dann hat man nur nothwendig, die Gasleitung so legen zu lassen, daß man vor dem Leuchtloch an einem einfachen Arme eine Flamme anzünden kann. Bei dieser Einrichtung hat man den Vortheil, das Leuchtloch durch eine starke Glasplatte schließen zu können, die vor dem Zerbrechen durch eine Schutzthür bewahrt wird. Diese Anordnung ist beispielsweise bei dem oben geschilderten Ofen des Hofbäckers Schwindt in Carlsruhe in Anwendung. In Fig. 77 (S. 213) sind die Leuchtlöcher mit den Buchstaben *L L* bezeichnet. Die Schutzthüren haben auch kleine Einschnitte, vor welche die Flammen der Leuchtarme gestellt werden können, so daß man in der Lage ist den Ofen zu beleuchten ohne die Schutzthüren zu öffnen. Diese Einrichtung ist jedenfalls den sogenannten „Stoßklappen“ vorzuziehen, welche an der oberen Kante des Leuchtloches in Charnieren beweglich sind und durch Eisenstangen, welche von ihrer Mitte nach außen vorstehen, in den Ofen hinein aufgeklappt werden können. Selbst bei theilweiser Oeffnung dieser Klappen kann man den Brenner eines Gasleuchtarmes in den Ofen schieben und letzteren dadurch erleuchten; aber auch bei nur theilweiser Oeffnung der Stoßklappe entweicht leicht Wasserdampf aus dem Backraum, es ist schwer bei dieser Einrichtung den Brodem in gehöriger Weise im Ofen zu halten.

In Städten, in denen keine Gasbeleuchtung verhanden ist, hat man vielfach Einrichtungen getroffen, um die Erleuchtung des Backraumes mit Petroleumlampen zu erreichen. Ein derartiger Backofen-Beleuchtungsapparat der Gebrüder Oberle in Villingen (Baden) hat sehr große Verbreitung und viel Anerkennung gefunden. Die Herren Oberle überließen mir in freundlichster Weise die folgende Beschreibung sowie die Zeichnung ihres Apparates, der von Herrn Baptist Oberle erfunden wurde.

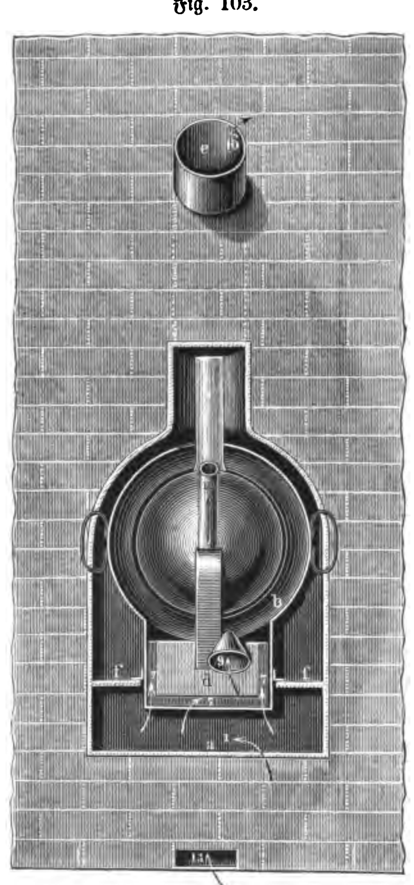
---

[1] Weitere Mittheilungen über Pyrometer sind in einer Abhandlung von F. Fischer, Dingl. pol. Journ. 225, 272, enthalten.



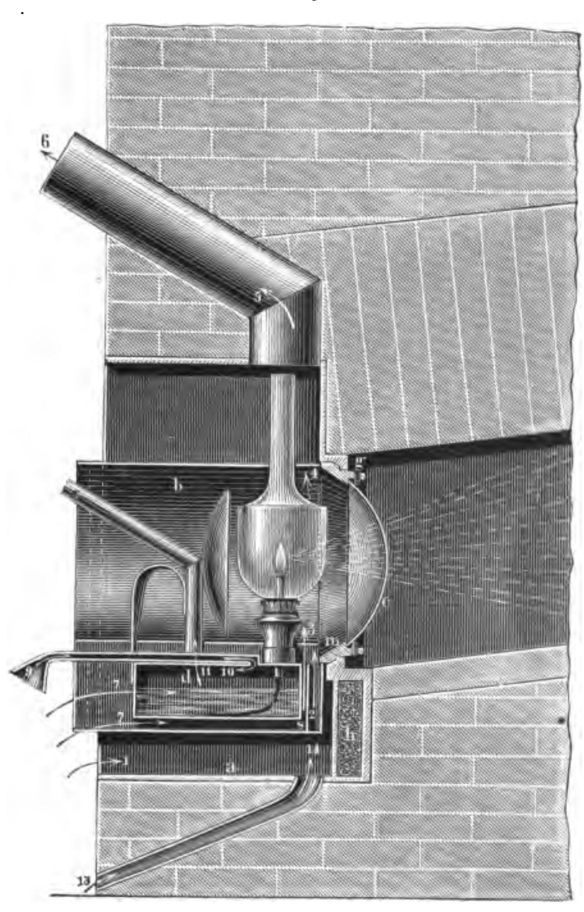
Fig. 103 zeigt die Ansicht des Apparates an der Außenwand des Backofens, Fig. 104 giebt einen Verticalschnitt durch die ganze Einrichtung, Fig. 105 (a. f. S.) giebt eine Ansicht des eingemauerten Apparates von oben. In beiden Abbildungen bezeichnen dieselben Buchstaben dieselben Gegenstände. Ein gußeiserner Mantel *a* ist neben der Arbeitsthür in die Ofenwand so eingemauert, daß die in diesen Mantel gestellte Petroleumlampe ihr Licht auf den Herd wirft. Dieser gußeiserne Mantel ist an der Rückseite offen, vorn gegen den Ofen zu besitzt er eine kreisrunde Oeffnung, die während der Nichtbenutzung des Apparates durch eine dichtschließende Kapsel verschlossen werden kann. Durch diesen Mantel kann ein Luftstrom geführt werden, der durch das Rohr 13, 14 eintritt und durch *e* die Verbrennungsgase mit sich fortnimmt. Auf die an den Seiten von *a* angebrachten Ansätze *f f* wird, getragen durch zwei Winkelschienen, die Schutzlaterne *b* in den Mantel so eingesetzt, daß der vorn an der Schutzlaterne befestigte Ring *m* genau in die vordere Oeffnung von *a* paßt. Die beiden an den Seiten der Schutzlaterne angebrachten Oesen hindern ein zu tiefes Einsetzen der Laterne in die Ofenmauer. In dem Ringe *m* ist mit Hülfe der lose angezogenen Schrauben *g* das Schutzglas *c* befestigt, welches, jetzt häufig aus Hartglas hergestellt, dazu dient, den beleuchteten Raum vor Ausströmung von Wasserdämpfen zu schützen. In die Schutzlaterne wird endlich die eigentliche Petroleumlampe *d* eingesetzt, welche so eingerichtet ist, daß eine Erhitzung des Petroleums durch kalte Luftzüge verhindert, und daß das Licht der Petroleumflamme durch einen Reflector in den Ofenraum geworfen wird. Die kühlenden Luftzüge sind begreiflich von der größten Wichtigkeit, sie ermöglichen die Benutzung des flüchtigen Leuchtmaterials zu dem vorliegenden Zwecke. Dieselben wirken theils in dem gußeisernen Mantel, theils in der Schutzlaterne, theils endlich in dem Petroleumbehälter. Bei 13, sowie bei 1, kann kalte Luft in den Schutzmantel eintreten, die Ströme vereinigen sich und treten durch 2, 3, 4, 5, 6 aus. Bei 7 7 tritt kalte Luft in die Schutzlaterne zur Kühlung

Fig. 103.



des Petroleumbehälters von außen. Dieser Luftstrom umstreicht das Petroleumgefäß bei 8, tritt dann bei 3 in den eben vorhin erwähnten Luftstrom und entweicht mit diesem durch *e*. Endlich in den Petroleumbehälter selbst dringt Luft durch die Oeffnung 9, sie legt den durch die Pfeile angedeuteten Weg 10, 11, 12 zurück und entführt so etwa entstehende brennbare Gase. Das starke Schutzglas *c*

Fig. 104.



sowie der mit Asche gefüllte Raum *h*, halten auch die Wärme des Ofens von dem Beleuchtungsapparate ab.

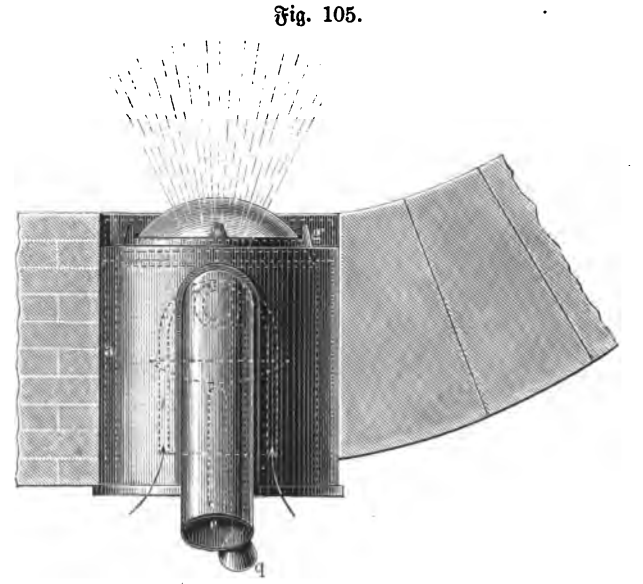
Der Gebrauch des Apparats ist ein sehr einfacher. Der Mantel *a* wird zunächst so eingemauert, daß die Rippen *f f* genau in der Ebene des Backherdes liegen. Während der Ofen gefeuert wird, schließt man die Oeffnung des Schutzmantels durch die erwähnte Kapsel. Ist der Ofen gehörig geheizt und gereinigt, resp. mit einem nassen Tuche ausgewischt, so entfernt man die Kapsel und schiebt

die Schutzlaterne ein. Damit das Glas *c* nicht zu raschen Temperaturwechseln ausgesetzt wird, ist es gut, die Schutzlaterne an einem warmen Orte, am besten in der Backstube aufzubewahren. Endlich wird die Petroleumlampe angezündet und in die Schutzlaterne gesetzt. Es darf nur gutes hochsiedendes Petroleum angewendet und der Petroleumbehälter niemals ganz gefüllt werden.

Der Preis des Apparates nebst 1 Reservecylinder, 1 Reserveschutzglas, 1 Dochtscheere, 1 Reinigungsbürstchen und 1 vorräthigen Docht beträgt 33 Mark. Für die Vorzüglichkeit der Einrichtung spricht die Thatsache, daß schon im Mai 1876 nicht weniger als 690 derartige Apparate in Betrieb waren.

Ein sehr wesentlicher Vortheil dieses Apparates ist es, daß er sich sehr leicht auch für Gasbeleuchtung des Ofens verwenden läßt. Die ganze Einrichtung bleibt unverändert, nur schiebt man an Stelle der Petroleumlampe einen Gasarm in die Schutzlaterne ein und stellt, wenn die Gasflamme mitten unter dem Abzugsrohre steht, einen Reflector in die hintere Oeffnung der Schutzlaterne ein, wie Fig. 106 das zeigt, in welcher *a* den gußeisernen Mantel, *b* das Abzugsrohr,

Fig. 105.



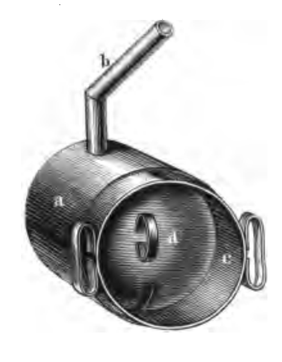
c die Schutzlaterne und *d* den Reflexschirm bildet. Der Preis dieses Gasbeleuchtungsapparats beträgt 17 Mark.

Ein anderer, ebenfalls vielfach eingeführter und in der Praxis bewährter Backofen-Leuchtapparat ist von E. J. Fuchs (Berlin S. Oranienstraße 136) erfunden worden. Der Erfinder stellte mir die folgende Beschreibung und Zeichnung mit dankenswerther Bereitwilligkeit zur Verfügung. Fig. 107 zeigt die Einrichtung des Apparates, Fig. 108 (a. S. 250) giebt eine Vorstellung von der Art, wie dieser Leuchtapparat am Ofen angebracht und benutzt wird. Der Apparat besteht zunächst aus einem äußeren Blechmantel *A* von der Gestalt eines Cylinders mit halbkreis-

förmigem Querschnitt, der vorn offen, oben und unten aber durch horizontale Wände geschlossen ist. Die vordere Oeffnung des Blechmantels ist 290 mm breit und 235 mm hoch, die Tiefe des ganzen Mantels beträgt 170 mm. Die halbkreisförmig gebogene Rückwand ist mit einer viereckigen Oeffnung versehen, die 130 mm breit und 165 mm hoch ist. Dieser Blechmantel wird rechts neben der Ofenthür eingemauert, die an ihm angebrachten Zapfen ruhen dann im Mauerwerk und sorgen für genügende Befestigung. Die oben erwähnte viereckige Oeffnung in der Rückwand liegt, wenn der Apparat eingemauert ist, an der Innenseite der vorderen Ofenwand. In dem Mantel brennt eine Gas- oder



Fig. 106. Fig. 107.

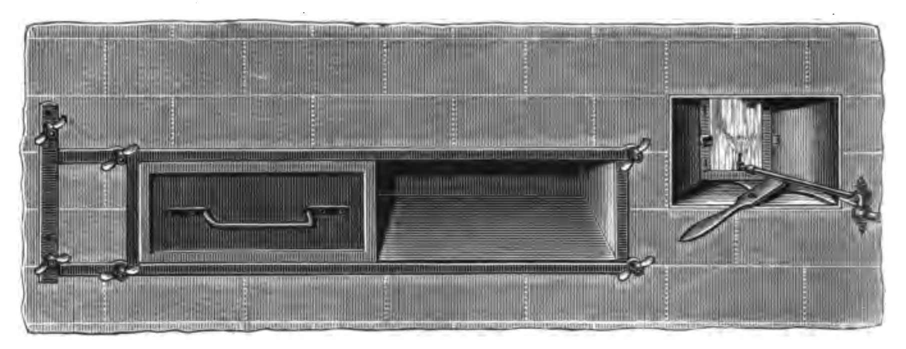




Petroleumflamme, welche durch diese Oeffnung ihre Lichtstrahlen in den Backraum wirft. Die Verbrennungsproducte entweichen durch den ebenfalls eingemauerten Schornstein *S*. In *A* ist der zweite Theil des Apparates, *B*, beweglich. Dieses in demselben Kreise wie *A* gebogene Blech wird durch Arme getragen, welche in den Schrauben *F* und *F*, unten und oben in den horizontalen Theilen von *A* ihren Unterstützungspunkt haben und mit Hülfe des Griffes *G* um die Linie *FF*, gedreht werden können. Auch *B* besitzt einen viereckigen Ausschnitt *C*. Schiebt man den Griff *G* nach rechts, so wird die Blechfläche *B* vor die hintere Oeffnung von *A* gestellt, bei einer Bewegung des Griffes nach links aber wird, wie es Fig. 107 zeigt, der Ausschnitt *C* vor die Oeffnung von *A* gebracht. Bei dieser Bewegung muß sich *B* möglichst dicht an die Wandung von *A* anschließen, damit durch die Fugen nicht etwa Wasserdämpfe entweichen können. Der Ausschnitt *C* des inneren Theiles ist durch eine Glasscheibe geschlossen, welche, damit sie nicht zu leicht zerspringt, aus drei Glasstreifen zusammengesetzt ist. Diese Streifen werden in den Rahmen *D D* eingeschoben und durch den Schieber *E* festgehalten. Der in der Zeichnung angedeutete Ansatz in der Mitte von *E* dient zur Aufnahme des Armes eines aus Neusilber hergestellten Reflexschirmes, welcher die Strahlen der etwa 4 bis 5 cm von der Glasfläche entfernt aufgestellten Flamme in den Backraum

wirft und zugleich die Arbeiter am Ofen vor Blendung schützt. Der Apparat kann für Gasflammen benutzt werden, wie es Fig. 108 zeigt oder auch für Petroleumbeleuchtung. Die Petroleumlampe, in welcher man, um die Explosionsgefahr zu vermindern, zweckmäßig ein Gemisch von Petroleum und gewöhnlichem

Fig. 108.



Brennöl verwendet und welche pro Stunde einen Kostenaufwand von etwa $^1/_3$ Pfennig erfordert, wird von einem mit zwei Schenkelbewegungen versehenen Arme getragen, der auch am beweglichen Theile des Apparats, an *B*, befestigt wird und zwar in einer Hülse, welche unten rechts an *B* angebracht ist.

Die Benutzung des Apparats ist sehr einfach. Während der Ofen geheizt und ausgewischt wird, während also die Glasscheibe *C* leicht zertrümmert werden könnte, stellt man das Blech *B* vor die Oeffnung von *A*. Ist der Ofen aber warm und soll in ihm gearbeitet werden, so schiebt man *C* vor die hintere Oeffnung von *A*.

E. J. Fuchs liefert diesen Leuchtapparat ohne Petroleumlampe für 33 Mark, mit Petroleumlampe für 36 Mark.

Das Brot.

Bei der specielleren Besprechung der Eigenschaften des Brotes soll hier nur das Gebäck berücksichtigt werden, welches aus einem durch Gährung oder sonst eine Gasentwickelung gelockerten Teige durch Erhitzen im Backofen dargestellt ist. Weißbrot und Schwarzbrot, d. h. Weizen- und Roggenbrot sind die beiden Hauptclassen dieses Nahrungsmittels. Beide sollen schon durch die Farbe der Oberfläche die Wirkung der höheren Temperatur zeigen, Weißbrot soll lichtbraun, Schwarzbrot etwa dunkelkastanienbraun sein. Im frischen Zustande soll die Oberfläche des Brotes glänzen, sie soll möglichst ganz, möglichst wenig zerrissen sein. Die äußeren Theile des Brotes dürfen keinen auffallend bitteren Geschmack besitzen. Beim Durchschneiden eines Brotlaibes muß der Geruch der Schnittfläche angenehm, Appetit erregend sein, das Brot darf nie sauer riechen; der Geschmack des Brotes muß rein, angenehm, nie zu sauer sein. An gutem Brot schätzt man allerdings eine feste geschlossene Rinde, die unter den Zähnen beim Zerkauen kracht, aber nie darf die Rinde zu stark sein. Zwischen Rinde und Krume sollen keine größeren Hohlräume und keine speckigen Partien vorkommen, ringsum soll die Kruste dicht an die Krume sich anschließen. Die Schnittfläche muß möglichst gleichmäßig erscheinen, sie soll ein lockeres feinporiges Gefüge durch das ganze Brot erkennen lassen. Weder Wasserstreifen, die auf die Verwendung von verdorbenem Mehl, oder auf das Verbacken eines zu feuchten Teiges hindeuten, noch trockene Mehlklümpchen, die auf nicht gehöriges Durchkneten des Teiges hinweisen, sollen im Brote vorkommen. Große Blasen dürfen im Brote nicht zu beobachten sein, sie deuten darauf hin, daß die Gährung des Teiges zu weit vorgeschritten war, ehe das Brot in den Ofen kam. In frischem Zustande muß das Brot eine gewisse Elasticität besitzen, beim Drücken auf die Kruste muß die Krume nachgeben, aber das Brot muß bei Aufhebung des Druckes das ursprüngliche Volum wieder erlangen.

Zusammensetzung des Brotes.

Früher war schon wiederholt Gelegenheit die Veränderung des Mehls bei der Teigbildung und beim Backen des Teiges zu besprechen; aus diesen Betrachtungen lassen sich leicht Schlüsse ziehen auf die Bestandtheile des Brotes. Sowohl die stickstofffreien wie die stickstoffhaltigen Substanzen im Mehle werden während der Brotbereitung verändert.

Von den ersteren erfährt namentlich die Stärke tiefgreifende Veränderungen. Die Stärke wird beim Erhitzen des feuchten Teiges zu Kleister aufgequellt, sie wird in Wasser löslich, verwandelt sich aber auch in Dextrin und namentlich in den äußersten Theilen des Brotes, in der Rinde, in Röstproducte.

Der Zucker des Mehls, vielleicht auch indirect ein Theil der Stärke wird durch die Gährung in Kohlensäure und Alkohol gespalten. Diese beiden Zersetzungsproducte entweichen beim Erhitzen des Teiges im Backofen größtentheils, aber man darf nicht annehmen, daß der Alkohol vollständig verflüchtigt wird, im frischen Brote ist noch ein Theil des Alkohols enthalten. Th. Bolas[1]) hat über diesen Punkt eingehende Untersuchungen ausgeführt und kam dabei zu folgenden Resultaten: möglichst bald nach dem Backen aus den Läden von Bäckern in London entnommen enthielten sechs Brotproben folgende Mengen von Alkohol:

1. 0,245 Proc.
2. 0,221 „
3. 0,401 „
4. 0,368 „
5. 0,249 „
6. 0,399 „

Als die Brote in einem mäßig warmen Zimmer während einer Woche gelegen hatten, wurde in Nr. 3 und Nr. 6 der Alkoholgehalt wieder bestimmt, die Brote enthielten dann noch 0,132 und 0,120 Proc. Alkohol. Während der genannten Zeit waren also $^2/_3$ des ursprünglichen Alkoholgehaltes verflüchtigt. Wenn das Brot auch zu wenig Alkohol enthält, als daß derselbe irgendwie in diätetischer Beziehung wirksam sein könnte, so ist es doch interessant, daß nach Bolas in vierzig zweipfündigen Broten ungefähr ebensoviel Alkohol enthalten ist, als in einer Flasche Portwein.

Ein Theil des Alkoholgehaltes geht während der Gährung des Teiges in Essigsäure, ein Theil der Stärke oder des daraus gebildeten Zuckers in Milchsäure über, der wässerige Auszug des Brotes reagirt sehr häufig schwach sauer. Namentlich das mit Sauerteig bereitete Roggenbrot enthält fast immer freie Säure, der wässerige Auszug von Weizenbrot reagirt häufig neutral. Gräger hat den Säuregehalt des Brotes bestimmt und hat gefunden, daß 100 Theile Roggenbrot, wenn die Gährung des Teiges vier Stunden gedauert hatte, an

---

[1]) Chem. News 37, 271; Dingl. pol. J. 209, 399.

Wasser soviel Säure abgeben, daß zu deren Neutralisation 0,0890 Theile Ammoniak erfordert werden; wenn aber die Gährung acht Stunden gedauert hatte, waren 0,1369 Theile Ammoniak zur Neutralisation der Säure nöthig. Man erkennt so, daß das Brot nur wenige Zehntelprocent an Säure enthält, daß aber der Säuregehalt um so größer wird, je länger die Gährung dauert. Natürlich wird es auch auf die Natur des Lockerungsmittels ankommen, die Säuremenge wird verschieden groß sein, je nachdem man mehr oder weniger reine Hefe, guten oder sehr sauren Sauerteig benutzt.

Nicht die ganze Menge des Zuckers im Teige wird übrigens durch die Gährung zersetzt oder in Säuren verwandelt, im Brot ist Zucker leicht nachzuweisen. Wahrscheinlich ist dieser Zucker aus der Stärke durch die Wirkung der Hefe oder der Säuren gebildet worden. Durch Alkohol kann man dem zur Trockne verdampften Rückstand des wässerigen Brotauszuges Zucker entziehen.

Das Fett des Mehles scheint durch Verwandlung desselben in Brot keine wesentliche Veränderung zu erleiden, man kann genau in der Weise wie beim Mehle das Fett isoliren.

Dasselbe gilt natürlich auch von den Aschenbestandtheilen des Mehls, die unverändert in dem Brote sich wiederfinden. Der Aschengehalt des Brotes ist aber in der Regel etwas größer, als der des Mehles, da der Kochsalzzusatz, den man bei der Teigbereitung anwendet, sowie die in dem zu Teigbildung benutzten Wasser enthaltenen Salze den Gehalt an Mineralsubstanzen vermehren.

Von den stickstoffhaltigen Bestandtheilen des Mehles scheinen nur einige eine wesentliche Veränderung durch die Verwandlung des Mehles in Brot zu erleiden. Einige von den im Mehl enthaltenen Proteïnsubstanzen werden unlöslich, andere behalten ihre Löslichkeit auch im Brote. Namentlich v. Bibra untersuchte die Eigenschaften der stickstoffhaltigen Körper im Brote. Der Kleber ist aus dem Brote durch Auswaschen desselben mit Wasser nicht mehr zu isoliren. Wenn man Brotkrume mit Wasser knetet, so geht in das letztere zunächst lösliche Stärke, Dextrin und Zucker ein. Hat man das Auswaschen der Krume so weit fortgesetzt, daß man mit Jod in dem Waschwasser keine Stärke mehr nachweisen kann, zerreibt hierauf die Krume, so läßt sich nun die Stärke in Körnern isoliren. Die so behandelte Krume erscheint beim Betrachten mit bloßen Augen als Pulver, unter dem Mikroskop erkennt man aber an den einzelnen Theilchen immer noch deutlich die Brotstructur. Durch energisches Waschen mit Wasser gelingt es nie, die Stärke ganz von den unlöslichen Eiweißstoffen zu trennen, der Rückstand liefert beim Verbrennen mit Natronkalk zwischen 8 und 10 Proc. Stickstoff, eine Substanz mit 15 bis 16 Proc. Stickstoff, also einen reinen Proteïnkörper kann man aus dem Brote nicht isoliren. Auch durch Digeriren des Brotes mit Malzauszug gelingt es nicht, die Stärke so vollständig zu lösen, daß eine reine Proteïnsubstanz übrig bliebe. Man erkennt also, daß ein Theil der stickstoffhaltigen Körper im Brote ein so inniges Gemenge mit den aufgequollenen Stärkekörnern bildet, daß eine mechanische Trennung beider, wie sie im Mehl noch möglich war, im Brot nicht mehr zu erreichen ist.

Diese in Wasser unlöslichen Proteïnsubstanzen des Brotes bestehen aus dem Kleber des Mehles und dem durch Erhitzen coagulirten Pflanzenalbumin. Aber nicht alle Bestandtheile des Klebers haben sich mit dem Stärkemehl so innig verbunden, die in Alkohol löslichen Theile des Klebers lassen sich auch aus dem Brote noch durch siedenden Alkohol ausziehen. Kocht man Brot mit Alkohol, so liefert die filtrirte Lösung beim Erkalten eine Abscheidung von Pflanzencaseïn, und beim Verdampfen der von Caseïn befreiten alkoholischen Lösung hinterbleibt Pflanzenleim. Es scheint also das Pflanzenfibrin der früheren Analytiker (das Glutencaseïn und das Glutenfibrin von Ritthausen) der Bestandtheil des Klebers zu sein, der sich mit dem Stärkemehl in ähnlicher Weise fest verbindet, wie das geronnene Pflanzenalbumin.

Nach den Untersuchungen von Barral[1]) scheint beim Backen des Brotes aber noch eine andere wesentliche, bisher nicht genügend aufgeklärte Veränderung der stickstoffhaltigen Körper einzutreten. Der wässerige Auszug der Rinde enthält eine größere Menge von Stickstoff, als der der Krume. Der lösliche Theil der Rinde enthält 7 bis 8 Proc. Stickstoff, während der lösliche Theil der Krume nur 2 bis 3 Proc. davon enthält.

Der Wassergehalt des Brotes schwankt innerhalb gewisser Grenzen sehr bedeutend. Derselbe ist namentlich bedingt durch die Menge von Wasser, die man beim Anmachen des Teiges benutzte, von der Temperatur, auf die man das Gebäck im Ofen erhitzte, endlich aber auch schon von der Beschaffenheit des benutzten Mehles. Schon bei der Besprechung der Teigbildung ist angedeutet, daß kleberreiches Mehl im Stande ist, eine bedeutendere Menge von Wasser zu binden, als kleberarmes, diese Verschiedenheit zeigt sich natürlich auch im Brote. Brot aus kleberreichem Mehl ist im Stande eine größere Menge von Wasser so gebunden zu enthalten, daß dasselbe trotz des Wasserreichthums nicht feucht erscheint, Brot aus kleberarmem Mehl dagegen erscheint, wenn es reich an Wasser ist, feucht, dicht, speckig.

Das Wasser ist übrigens durchaus nicht gleichmäßig im Brote vertheilt, die äußere Schicht, die Kruste, ist viel ärmer an Wasser, als die innere Krume.

Wiederholt ist in den vorstehenden Betrachtungen darauf hingewiesen, daß ein großer Unterschied in der Zusammensetzung von Krume und Kruste besteht. Zur Feststellung der Zusammensetznng des ganzen Brotes ist es nun natürlich von Wichtigkeit, quantitativ zu ermitteln, wie viel Rinde, wie viel Krume ein Brot enthält und wie diese beiden Haupttheile zusammengesetzt sind.

Die Trennung von Krume und Kruste ist sehr schwer. Gewöhnlich nimmt man an, daß die Rinde so weit geht, als das Brot gebräunt erscheint. Mit einem scharfen Messer gelingt es, die gebräunten härteren Theile von der weicheren Krume zu trennen, aber genau kann diese Trennung nie sein, denn bei der blasigen Beschaffenheit des Brotes ist es kaum zu vermeiden, daß nicht einzelne gebräunte Theile auf der Krume zurückbleiben und umgekehrt ungebräunte der Kruste anhängen. Begreiflich hat die Art des Backens, die Dauer der Erhitzung sowohl als die Temperatur des Ofens großen Einfluß auf die Dicke der Rinde,

---

[1]) Compt. rend. 56, 1118; Dingl. pol. J. 170, 141.



man hat in dem Verhältniß vom Gewicht der Rinde zu dem der Krume ein Maß für den Grad des Backens. Natürlich haben auch kleinere Brote in Folge ihrer relativ größeren Oberfläche einen größeren Gehalt an Rinde, als große Brote mit verhältnißmäßig kleinerer Außenfläche.

Zur Bestätigung dieser Betrachtungen mögen hier einige Zahlen folgen, welche einer Arbeit von Rivot entnommen sind, die weiter unten noch eingehender besprochen werden soll:

	1	2	3	4
Gewicht des Brotes in Grammen . .	398	880	1783	1998
Procentischer Gehalt an Krume . . .	55,22	59,68	64,31	71,24
„ „ „ Kruste . . .	44,78	40,32	35,69	28,06

Ein bestimmtes Verhältniß zwischen dem Gewichte von Rinde und von Krume findet demnach nicht statt und man ist daher nicht ohne eine quantitative Bestimmung dieses Verhältnisses in jedem Falle im Stande, aus der Zusammensetzung der Rinde und Krume die Zusammensetzung des Brotes zu folgern. Barral nimmt freilich in der oben citirten Abhandlung an, daß das Brot durchschnittlich 24 Proc. Rinde und 76 Proc. Krume enthielte, schließt das aber aus Beobachtungen, bei denen er als Grenze der Rindenmenge 15 und 42 Proc. fand. Das von ihm angegebene Mittel ist nur berechnet, es ist nicht möglich, dasselbe bei den Brotanalysen als allgemein gültig zu benutzen. Kommt es demnach auf die Bestimmung der Zusammensetzung, z. B. des Wassergehaltes vom ganzen Brot, an, so ist es zweckmäßig, wirklich ein ganzes Laib des Gebäckes zu trocknen und den Gewichtsverlust zu bestimmen. Bei runden Broten erhält man eine genügende Durchschnittsprobe, wenn man durch radiale Schnitte vom Centrum nach der Peripherie ein Viertel oder ein Achtel des Brotes abschneidet. Bei langen Broten kann man höchstens die Hälfte oder den vierten Theil des Brotes anwenden, indem man dasselbe durch einen oder zwei zu einander rechtwinklig stehenden Schnitten in zwei oder vier möglichst gleiche Theile zerlegt.

Wie ungemein verschieden übrigens der Wassergehalt von Krume und Rinde und wie unsicher der Schluß von dem Wassergehalte der Bestandtheile auf den Gehalt des ganzen Brotes an Wasser ist, ergiebt sich aus folgenden Beobachtungen von v. Fehling [1]).

[1]) Dingl. pol. J. 131, 283.

	Procentischer Wassergehalt von		
	Krume	Rinde	ganzem Brot
Weißbrot von 3 kg Gewicht	49,6	19,3	47,1
„ „ 1,5 „ „	48,4	16,5	44,3
„ „ „ „ „	47,9	12,5	42,8
„ „ „ „ „	48,2	15,2	41,8
„ „ „ „ „	49,3	21,0	46,2
Schwarzbrot von 1,5 kg Gewicht . . .	50,3	18,8	44,2
„ „ „ „ „ . . .	49,3	9,9	43,2
„ „ „ „ „ . . .	49,3	17,9	44,1
Weißbrot von 750 g Gewicht	48,7	16,5	45,4
„ „ 500 „ „	48,2	14,7	43,9

Normal ausgebackenes Weißbrot enthält im Durchschnitt 45 Proc. Wasser, Schwarzbrot 48 Proc. Nach v. Fehling sind aber auch schon Brote mit 54 Proc. Wasser abgegeben worden.

Barral fand nach den Mittheilungen in der mehrfach erwähnten Arbeit,

in Rinde . . 8,67 bis 35,44 Proc. Wasser
„ Krume . . 33,16 „ 49,20 „ „
„ ganzem Brot 31,16 „ 46 „ „

Nachdem im Vorstehenden die wichtigsten Vorsichtsmaßregeln bei der Analyse von Brot gegeben worden, sollen im Folgenden die in der Literatur zerstreuten Resultate von Brotanalysen mitgetheilt werden.

Eine große Anzahl verschiedener Brotsorten hat v. Bibra analysirt, die folgenden Zahlen sind seinem mehrfach citirten Werke entnommen. Die Brote wurden meistens ganz frisch, das heißt etwa eine halbe Stunde, nachdem sie den Ofen verlassen hatten, in Arbeit genommen. Fremde Brote konnten natürlich nur lufttrocken zur Untersuchung verwendet werden. Um die Zusammensetzung der verschiedenen Brote mit einander vergleichen zu können, wurden die Resultate der Analysen auch auf trockene Substanz berechnet. Der Stickstoffgehalt des Brotes wurde in gewöhnlicher Weise ermittelt und aus demselben der Gehalt an stickstoffhaltigen Substanzen unter der Voraussetzung berechnet, daß die letzteren 15,5 Proc. Stickstoff enthalten. Eine gewogene Menge des Brotes wurde mit Wasser ausgezogen, die Lösung im Wasserbade zur Trockene gebracht, der Rückstand gewogen und dann mit Alkohol erschöpft. Der Alkohol entzog der trockenen Masse den Zucker und einen Theil der Salze. Diese alkoholische Lösung wurde ebenfalls zur Trockene verdampft, der Rückstand gewogen und dann eingeäschert. Die dabei verbrannte organische Substanz wurde als Zucker in Rechnung gezogen. Der in Alkohol nicht lösliche Theil des Rückstandes, den der wässerige Auszug

Brotanalysen von v. Bibra.

Nr.	Frisch oder lufttrocken						Wasserfrei				
	Wasser	Stickstoffhaltige Substanz	Dextrin Gummi lösliche Stärke	Zucker	Fett	Stärke	Stickstoffhaltige Substanz	Dextrin Gummi lösliche Stärke	Zucker	Fett	Stärke
1. Krume	40,600	6,709	8,895	2,480	1,000	40,316	11,296	14,975	4,175	1,683	67,871
1. Rinde	13,000	9,542	14,000	3,610	0,612	59,236	10,967	16,092	4,149	0,715	68,077
2. Krume	46,440	9,174	8,250	1,400	0,570	34,166	17,096	15,413	2,613	1,064	63,814
2. Rinde	12,449	12,735	16,000	4,233	0,550	53,478	14,838	18,275	4,835	0,564	60,842
3. Krume	45,500	4,975	7,300	1,703	1,000	39,522	9,058	13,394	3,125	1,835	72,588
4. „	42,200	6,548	6,200	1,600	0,900	42,552	11,329	10,726	2,768	1,557	73,620
5. „	45,100	5,483	7,355	2,300	0,835	38,927	10,000	13,397	4,189	1,521	70,893
6. „	43,000	4,522	9,400	1,200	0,830	41,048	7,935	16,491	2,105	1,456	72,013
7. „	47,500	4,264	7,100	2,850	0,700	37,586	8,129	13,310	5,428	1,314	71,819
8. „	47,000	3,600	10,100	5,703	0,777	32,820	6,793	19,056	10,960	1,466	61,725
9. „	14,000	9,354	4,400	2,000	1,200	69,046	10,903	5,116	2,325	1,395	80,261
10. „	15,000	6,851	4,050	1,250	0,997	71,852	8,064	4,763	1,470	1,173	84,530
11. „	11,666	5,638	4,300	1,200	1,800	75,396	6,887	4,868	1,358	2,037	85,350
12. „	14,000	10,387	11,317	2,500	0,900	60,896	11,741	13,159	2,907	1,046	71,147
13. „	14,166	12,580	12,500	0,650	1,900	58,204	14,285	14,563	0,757	1,485	68,910

Brotanalysen von v. Bibra.

Nr.	Frisch oder lufttrocken: Wasser	Stickstoff-haltige Substanz	Dextrin Gummi lösliche Stärke	Zucker	Fett	Stärke	Wasserfrei: Stickstoff-haltige Substanz	Dextrin Gummi lösliche Stärke	Zucker	Fett	Stärke
14. Krume	13,333	9,393	5,250	2,600	0,300	69,124	10,838	6,057	3,000	0,346	79,759
15. „	14,200	5,819	7,333	2,500	0,513	69,635	9,806	8,546	2,890	0,598	78,160
16. „	11,666	7,541	1,930	1,930	—	69,860	8,541	10,192	2,184	—	79,083
17. „	9,160	6,709	13,200	4,500	3,900	62,531	7,354	14,531	4,953	4,233	68,929
18. „	11,420	9,425	3,850	1,900	0,730	72,675	11,296	4,363	2,145	0,824	81,372
19. „	14,000	11,935	10,500	6,050	1,170	56,345	13,296	12,209	7,035	1,360	66,100
20. „	13,333	13,135	13,575	1,850	1,170	56,937	15,161	15,663	2,134	1,350	65,692
21. „	11,780	5,613	4,850	3,900	0,500	73,357	6,387	5,497	4,420	0,566	83,130
22. „	8,660	8,903	4,250	2,600	10,000	65,587	9,741	4,653	2,846	10,948	71,812
23. „	14,166	9,426	6,809	1,600	0,800	67,199	10,993	7,932	1,864	0,930	78,281
24. „	12,000	10,734	6,922	3,100	1,603	65,641	11,756	8,093	3,523	1,844	74,784
25. „	11,000	7,458	9,452	3,550	0,600	67,940	8,387	10,062	3,988	0,674	76,889
26. „	10,000	9,451	11,700	2,202	1,200	65,447	10,451	13,000	2,446	1,333	72,776
27. „	10,833	9,425	12,200	3,700	2,900	60,942	10,580	13,682	4,149	3,252	68,337
28. „	11,500	7,419	13,622	2,500	0,700	64,259	8,387	15,392	2,825	0,791	72,605
29. „	11,650	7,000	14,400	3,000	2,105	61,845	8,541	16,243	3,384	2,374	69,458
30. „	13,000	6,580	6,400	4,000	1,300	68,720	7,619	7,356	4,597	1,494	78,934
31. „	13,333	9,355	24,500	5,500	0,700	46,700	10,903	28,269	6,345	0,807	53,676
32. „	12,000	7,490	11,750	5,500	1,400	61,860	8,512	13,329	6,250	1,590	70,319

des Brotes lieferte, wurde auch eingeäschert und die dabei verbrannte organische Substanz als „lösliche Stärke, Dextrin, Gummi“ betrachtet. Das Fett wurde durch Behandlung des Brotes mit Aether und Verdampfen dieser Lösung bestimmt. Das nach Bestimmung der vorgenannten Bestandtheile in Procenten an 100 Fehlende wurde als Stärke gerechnet. Die Asche wurde nur in den Broten bestimmt, bei denen die Mineralbestandtheile besondere Wichtigkeit hatten.

In dieser Tabelle ist 1) Weizenbrot aus Nürnberg (Wasserweck), Gährung durch Hefe, Backzeit 20 Minuten, Rinde hellbraun, Gewicht bei 22° R. 89 g. Der wässerige Auszug reagirt neutral. 2) Gutes Roggenbrot aus Nürnberg, Backzeit 2 Stunden, Rinde schwarzbraun, Gewicht bei 50° R. 4344 g. Der wässerige Auszug reagirt sauer. 3) 4) und 5) Weizenbrot aus Nürnberg (Wasserweck) aus verschiedenen Bäckereien. Gewicht 81, 79,5 und 81 g. Der wässerige Auszug reagirte bei 3) sehr schwach sauer, bei 4) und 5) neutral. Bei 3) enthielt die Rinde 15,8 Proc., bei 4) 14,2, bei 5) 15,0 Proc. Wasser. 6) und 7) sind Roggenbrote aus der Nähe von Nürnberg. Bei beiden reagirte der wässerige Auszug sauer, bei 6) enthielt die Rinde 14,88, bei 7) 15,0 Proc. Wasser. Beide Proben waren im Beginn der Untersuchung einen Tag alt. — 8) Roggenbrot aus Unterfranken, drei Tage alt, wässeriger Auszug sauer. Wassergehalt der Rinde 15,30 Proc. — 9) Brot aus Andalusien, wässeriger Auszug schwach sauer. — 10) Brot aus Madrid, wässeriger Auszug neutral. — 11) Brot aus Burgos, 12) Weizenbrot aus Petersburg, neutral, 13) Weizenbrot aus Petersburg, mit Milch, vielleicht auch mit Butter bereitet, Wasserauszug neutral. — 14) Weizenbrot aus Bern. Wasserauszug neutral, ist sehr reich an Kochsalz. — 15) Weizenbrot aus Zürich, neutral. — 16) Weizenbrot aus den Jahren 1816 bis 1817. Wasserauszug neutral. Fettgehalt konnte wegen Mangel an Material nicht bestimmt werden. Ein lufttrockenes Brot von 11,666 Proc. Wassergehalt wog 13,500 g. Bei einem Wassergehalte von 43 Proc. würde das Brot in frischem Zustande 20,921 g gewogen haben. Ein anderes Weizenbrot, sogenanntes Mundbrot aus derselben Zeit besaß ein Gewicht von 7,0 g (lufttrocken), ein Wasserweck wog lufttrocken 9,5 g. — 17) Pumpernickel aus Westfalen, etwas Kleie enthaltend. Wasserauszug sauer. — 18) Weizenzwieback aus Hamburg, Wasserauszug neutral. — 19) Roggenzwieback aus Bremen, Wasserauszug sehr schwach sauer. — 20) Schwarzer Zwieback aus Hamburg, Wasserauszug sauer. — 21) Gerstenbrot aus Niederbayern, Wasserauszug schwach sauer. — 22) Haferbrot aus dem Spessart. Wasserauszug sauer. 14 Tage alt, der hohe Fettgehalt ist nicht künstlich in das Brot gebracht, derselbe bedingt den schlechten Geschmack des Brotes. Das Brot war so spröde, daß es nicht transportirt werden konnte, ohne zu zerfallen. Der größte Theil der Krume im Innern des Brotes war freiwillig in eine Menge größerer und kleinerer Stücke zersprungen. 23) Feines Roggenbrot aus Stockholm, Kuchen von 8 Zoll Durchmesser und 1 Zoll Dicke mit einem Loche in der Mitte. Weiß, dem Geschmack nach unserem Weizenbrot ähnlich. Wasserauszug sauer. 24) Gemeines Speisebrot der Arbeiter aus Stockholm. Durchmesser des Kuchens 9 Zoll, Dicke 3 Linien. Braun, kleiehaltig, Oberfläche punctirt. Wasserauszug sauer. 25) Gemeiner Roggenkuchen aus Stockholm. Durchmesser 6 Zoll, Dicke 5 bis 6

Linien. Schwarzbraun, schwer, dicht, kleiehaltig, neigt zu Schimmelbildung. Wasserauszug sauer. 26) Feines Roggenbrot aus Upsala. Kuchen von 7 bis 8 Linien Dicke, hellbraun, an der Oberfläche punctirt, nicht sehr blasig. Enthält Anis, Wasserauszug neutral. 27) Feines Brot aus Weizen, Gerste, Roggen aus Norra Angermanland, Durchmesser 12 bis 14 Zoll, Dicke 1 Linie. Blasig, stark punctirt, gelblich, enthält Anis, Geschmack etwas süßlich, Wasserauszug sauer. 28) Gewöhnliches Brot aus Norra Angermanland. Durchmesser 12 bis 14 Zoll, Dicke 1,5 Linien. Farbe durch die ganze Masse braun, kleiehaltig, nicht sehr blasig, punctirt, zu wenig Salz enthaltend. Wasserauszug sauer. 29) Gewöhnliches Brot von Gerste und Roggen aus Norra Angermanland. Durchmesser 12 bis 14 Zoll, Dicke 1 bis 1,5 Linien. Bräunlich, blasig, punctirt, kleiehaltig. Geschmack an Gerstenbrot erinnernd. Wasserauszug sauer. 30) Dünnbrot aus Gerstenmehl und Wasser, aus Norra Angermanland. Kuchen von 16 Zoll Durchmesser, von der Dicke eines starken Packpapiers, nach Art eines Filters zusammengelegt. Punctirt, mit Mehl bestreut, weiß, Geschmack nicht angenehm, Wasserauszug neutral. 31) Feines Roggenbrot aus Dalekarlien. Dicke 1 Linie, punctirt, wenig blasig, graubraun, kleiehaltig, sehr schwach sauer. 32) Knäcke-Bröd. Durchmesser 9 Zoll, Dicke 2 Linien. Punctirt, blasig, hellbraun, enthält Anis, neutral.

Außerdem untersuchte v. Bibra noch einige Brotsorten von unnormaler Zusammensetzung.

33) Knochenbrot aus Dalekarlien.

Kuchen von 1 Linie Dicke, graubraun. Unter dem Mikroskope Knochentheilchen deutlich erkennbar. Geschmack kaum an Brot erinnernd, neutral.

	Lufttrocken	Wasserfrei
Wasser	10,000	—
Stickstoffhaltige Substanzen	11,322	12,587
Nur in Wasser löslicher Theil des Wasserauszuges	8,666	9,629
In Wasser und Alkohol löslicher Theil des Wasserauszuges	4,334	4,815
Knochenpulver und Stärke	65,678	72,969

Der Aschengehalt des Brotes betrug 29,3 Proc.

34) Rindenbrot.

Aus Föhrenrinde und Roggen, aus Norra Angermanland. Durchmesser des Kuchens etwa 1 Fuß, Dicke 1 Linie. Stark punctirt, braun, mit grobem Mehl bestreut. Geschmack bitter, Wasserauszug neutral.

	Lufttrocken	Wasserfrei
Wasser	13,000	—
Stickstoffhaltige Substanz . .	4,490	5,160
Alkoholauszug	5,910	6,770
Dextrin und Gummi . . .	6,200	7,126
Zucker	4,500	5,172
Fett und Harz	6,300	7,252
Stärke und Holzfaser . . .	59,600	68,520

Aus dem Stickstoffgehalt schließt v. Bibra, daß das Brot etwa zu $^1/_3$ aus Föhrenrinde besteht.

35) Rindenbrot aus Elfdahl (Dalekarlien).

Dicke kaum $^1/_2$ Linie. Farbe im Bruch braun, Oberfläche durch aufgestreutes Mehl heller. Geschmack holzig, Wasserauszug neutral.

	Lufttrocken	Wasserfrei
Wasser	12,000	—
Stickstoffhaltige Substanz	4,613	5,245
Nur in Wasser löslicher Theil des Wasserauszuges (fast ganz Dextrin) .	7,225	8,210
In Wasser und Alkohol löslicher Theil des Wasserauszuges (Zucker) . .	1,000	1,135
Holzfaser und Stärke	75,162	85,410

36) Hungersnothbrot (Stroh, Rinden).

Dicke 3 bis 4 Linien, Farbe grünlichgelb, gleicht den ausgetrockneten Excrementen größerer Pflanzenfresser. Geschmack strohig. Durch Abschlämmen von den Strohtheilchen und Spelzen konnten 6 bis 7 Proc. Stärke isolirt werden.

	Lufttrocken	Wasserfrei
Wasser	13,333	—
Stickstoffhaltige Substanz	9,438	10,890
Nur in Wasser löslicher Theil des Wasserauszuges	3,425	3,951
In Alkohol und Wasser löslicher Theil des Wasserauszuges	0,075	0,085
Stroh, Stärke	73,729	85,073

Endlich hat v. Bibra noch von einer Reihe von Broten den Gehalt an Stickstoffsubstanz und Zucker bestimmt. Die frischen Brote (1 bis 8 der folgenden Tabelle) stammen aus der Gegend von Nürnberg, die Weizenbrote aus kleineren Städten, die Roggenbrote aus Dörfern; keines derselben war älter als einen Tag. Die übrigen Brote stammen aus anderen Gegenden von Bayern, nur 13 ist aus Leipzig. Bei diesen aus größerer Entfernung erhaltenen, daher trockeneren Broten ist der Wassergehalt nicht bestimmt worden.

Frische Brote

	Wasser (Proc.)	Trockensubstanz enthält Procente	
		Stickstoffsubstanz	Zucker
1. Weizenbrot	42,7	11,300	3,750
2. „	46,3	10,730	3,000
3. „	43,8	10,555	2,590
4. „	40,9	9,700	3,800
5. „	42,2	9,022	1,420
6. Roggenbrot	47,3	11,125	3,007
7. „	47,0	8,900	2,333
8. „	42,7	8,000	3,027

Alte Brote

	Trockensubstanz enthält Procente	
	Stickstoffsubstanz	Zucker
9. Weizenbrot	12,730	2,733
10. „	10,909	2,830
11. „	10,073	3,544
12. „	10,070	1,380
13. „	10,000	2,700
14. „	8,700	2,680
15. Roggenbrot	12,007	4,000
16. „	10,133	3,222
17. „	9,330	1,780
18. „	8,307	2,543

Dietrich[1]) untersuchte eine Reihe von schwedischen Broten mit folgenden Resultaten:

[1]) Bibra, Die Getreidearten und das Brot.

	1	2	3	4	5	6	7	8
Stickstoffkörper . .	6,04	6,77	6,69	9,58	5,77	4,98	5,25	11,16
Stärke, Dextrin, Zucker	81,23	72,10	70,61	73,55	62,96	52,69	58,09	43,11
Cellulose	3,4	6,7	9,4	2,5	17,3	23,4	22,2	9,4
Asche	1,93	3,33	2,5	2,57	7,17	8,83	6,66	28,33
Wasser	7,4	9,4	10,8	11,8	6,8	10,1	7,8	8,0

Nr. 1 ist Knäcke-Bröd. — 2) ist Haferroggenbrot, aus 2 Theilen Hafer- und 1 Theil Roggenmehl mit Hefe bereitet. — 3) ist Haferbrot oder Pferdebrot aus reinem Hafermehl. — 4) Blutbrot aus Roggenmehl mit einem Gemisch von 2 Theilen Wasser und 1 Theil Blut von irgend einem Hausthiere bereitet. — 5) Rindenbrot aus Kiefernrinde, die 14 Tage in fließendem Wasser gelegen hat, und Mehl bereitet. — 6) Strohbrot aus den mit dem Stroh macerirten und getrockneten Spelzen des nicht reif gewordenen Getreides unter Zusatz von Mehl gebacken. — 7) Sauerampferbrot besteht aus dem mit dem Samen abgeschnittenen Sauerampfer (Rumex acetosella) mit einigen anderen Waldkräutern, welche getrocknet, gepulvert und mit etwas Mehl verbacken werden. Zuweilen erhält dieses Brot auch einen Zusatz von Lindenrinde. — 8) Knochenmehlbrot, aus einem Gemisch von Knochenmehl und Hafermehl bereitet. — Die vier letzten Sorten werden nur aufgeweicht, mit Wasser oder Milch zu Brei gekocht genossen. — Der wässerige Auszug aller Brote reagirte sauer mit alleiniger Ausnahme des Knochenbrotes.

A. Oppel[1]) theilte folgende Analysen von Brotsorten mit:

	Weißes Weizenbrot	Weckbrot	Roggenbrot
	trocken		
Stickstoffhaltig	11,0	10,2	10,4
Stickstofffrei	87,13	87,92	86,13
Asche	1,87	1,88	3,47
	in frischem Zustande		
Wasser	47,90	44,18	48,57
Stickstoffhaltig	5,73	5,69	5,35
Stickstofffrei	45,40	49,08	44,29
Asche	0,97	1,05	1,78

[1]) Dingl. pol. J. 120, 398.

Grouven[1]) erwähnt folgende Brotanalysen:

a. Rheinisches Schwarzbrot nach Grouven. b. gewöhnliches Schwarzbrot nach Boedecker. c. Roggen-Haferbrot nach Stöckhardt.

	a	b	c
Wasser	36,3	45,0	37,2
Proteïnkörper . . .	9,0	11,0	5,1
Stärke u. Dextrin . .	49,0 }	39,0	57,6
Fett	1,3 }		
Salze	1,4 }	5,0	{ 1,7
Cellulose	3,0 }		{ 3,3

H. Brand[2]) analysirte Münchener Kreuzerbrote und fand

	Gewicht in frischem Zustande g	Wasser g	Trocken-substanz g	Asche g	Stickstoff g	Kleber g
Laibel	124,15	32,9	91,25	3,65	1,712	11,41
Ordinäre Semmel . . .	96,35	22,9	73,45	1,52	1,705	11,36
Mundsemmel	67,40	13,8	53,60	1,061	1,090	7,26
Wienersemmel	58,95	12,5	46,45	0,887	1,078	7,18
Eierwecken	48,45	7,5	40,95	0,655	0,971	6,47

Kleber wurde aus Stickstoff unter der Voraussetzung berechnet, daß er 15 Proc. Stickstoff enthält.

Thomson[3]) hat einige Brotsorten auf ihren Gehalt an Proteïnsubstanzen untersucht und hat dabei folgende Resultate erhalten:

Brot aus Naumburg . . . . 16,49 Proc. Proteïnkörper
„ „ Berlin . . . . 14,21 „ „
„ „ Dresden . . . . 14,30 „ „
„ „ Glasgow (ohne Ferment bereitet) 13,39 „ „

Poggiale[4]) bestimmte 1850 den Stickstoffgehalt im Commisbrot verschiedener Länder und berechnete daraus den Gehalt an stickstoffhaltigen Körpern, indem er die Zahl für den Stickstoffgehalt mit 6,5 multiplicirte. Die Proben waren bei 100° getrocknet:

[1]) Vorträge über Agriculturchemie. Cöln 1859. [2]) Wagner's Jahresbericht 1864. 366. [3]) Bibra a. a. O. [4]) Dingl. pol. J. 131, 286.

		Stickstoff	Proteïnkörper
Commisbrot aus	Paris . . .	2,26	14,69
„ „	Baden . . .	2,24	14,56
„ „	Piemont . .	2,19	14,23
„ „	Belgien . .	2,08	13,52
„ „	Holland . .	2,07	13,45
„ „	Württemberg .	2,06	13,39
„ „	Oesterreich .	1,58	10,27
„ „	Spanien . .	1,57	10,20
„ „	Frankfurt a. M.	1,44	9,36
„ „	Bayern . .	1,32	8,73
„ „	Preußen . .	1,12	7,28

F. Keller [1]) untersuchte die im mit Sauerteig bereiteten Schwarzbrot enthaltene Säure. Der wässerige, sauer reagirende Auszug lieferte bei der Destillation eine Flüssigkeit, in der durch die Krystallform des Natriumsalzes und durch die Analyse des Silbersalzes Essigsäure erkannt wurde. In dem Destillationsrückstande konnte Keller Milchsäure nicht nachweisen. Nach ihm beträgt der Stickstoffgehalt des trockenen Schwarzbrotes 1,8 Proc. In Wasser löslich fand er 0,37 Proc. des Brotes an Stickstoff, in Wasser unlöslich 1,31 Proc.

Ueber die Zusammensetzung der Asche des Brotes giebt folgende Tabelle Aufschluß, welche aus einer weiter unten noch eingehender zu besprechenden Arbeit von Rivot [2]) entnommen ist.

---

[1]) Repert. Pharm. [3] 4, 336. [2]) Ann. Chim. phys. [3] 47, 50. Dingl. pol. J. 143, 380, 441.

Analysen der Aschen von 10 Maurerbroten von verschiedenen Bäckern in Paris nach Rivot.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aschengehalt in Procenten .	0,705	0,621	0,639	0,783	0,628	0,676	0,600	0,711	0,613	0,655
Zusammensetzung der Asche in Procenten										
Salzsäure	6,5	1,8	4,6	6,3	3,8	3,4	3,9	3,4	4,8	4,7
Schwefelsäure	1,0	0,7	0,8	1,1	0,8	0,5	0,7	0,8	0,9	0,9
Phosphorsäure	50,0	45,7	43,1	49,7	43,4	45,2	43,8	46,8	44,3	43,2
Kohlensäure	—	—	—	—	—	—	0,3	—	1,9	—
Sand und Thon	4,0	4,4	2,8	4,1	2,8	3,4	2,1	5,3	4,8	2,6
Kieselsäure	1,6	1,7	1,5	1,6	1,5	1,8	1,9	2,3	1,4	1,5
Alkalien	21,1	26,5	25,1	21,3	28,0	27,8	27,2	23,6	21,2	24,6
Kalk	11,1	15,9	15,6	11,2	14,5	15,2	14,4	15,4	16,2	15,5
Eisenoxyd	4,3	2,9	6,0	4,2	4,6	2,0	5,1	1,8	2,7	5,7
Summa .	99,6	99,6	99,5	99,5	99,4	99,3	99,4	99,4	99,2	98,7
1 kg Brot enthält an Kochsalz in g	0,706	0,174	0,446	0,780	0,409	0,419	0,432	0,433	0,521	0,518

A. Vogel[1]) untersuchte den Phosphorsäuregehalt verschiedener Münchener Brotsorten und fand:

	Wasser Proc.	Asche Proc.	Phosphorsäure der Asche, Procente	Phosphorsäure in 1 Pfd. Brot bei 100° getrocknet g	Phosphorsäure in 1 Pfd. frischem Brot g
1. Commisbrot .	26,2	1,80	30,1	3,69	2,92
2. Hausbrot . .	35,1	2,16	31,5	3,4	2,52
3. Gemischtes Brot (Laibel) .	26,3	3,71	26,5	4,9	3,87
4. Weißbrot (Semmel) . .	23,9	2,02	38,53	3,29	2,66

3 und 4, ganz oder doch theilweise aus Weizenmehl bereitet, sind reicher an Phosphorsäure, als 1 und 2, welche ganz aus Roggenmehl hergestellt sind. Ein Pfund frisches Ochsenfleisch enthält etwa 2 g Phosphorsäure, man erkennt also, daß die Zufuhr an Phosphaten in dem Körper wesentlich vermehrt wird, wenn man mit dem Fleisch zugleich Brot ißt. Vogel macht noch darauf aufmerksam, daß erst 5 Liter Bier dem Körper so viel Phosphorsäure bieten, als ein Pfund Brot.

Die Ausbeute an Brot aus einer bestimmten Menge Mehl.

Schon in einem früheren Capitel (auf Seite 102) wurden Versuche erwähnt, welche die Frage zu beantworten suchten, wie groß die Menge von Brot sei, die man aus einer bestimmten Menge Mehl erzeugen könnte. Die betreffenden Versuche müssen hier etwas eingehender besprochen werden.

Heeren[2]) hat, wie früher erwähnt, durch einen Backversuch im Laboratorium festgestellt, daß das trockne Weizenmehl bei der Ueberführung in Brot durch die Gährung und durch das Backen einen Substanzverlust von 1,53 Proc. erleidet. Berücksichtigt man das, sowie den Wassergehalt des Mehles und des Brotes, so läßt sich ermitteln, wie groß die Menge frischen Brotes ist, die aus einem gegebenen Quantum lufttrocknen Mehles erzeugt werden kann.

Heeren fand z. B. das Gewicht von einem „Franzbrot" zu 155,6 g. Bei 100° lieferte dasselbe 112,8 g Trockenrückstand. Rechnet man für Salz und Hefe 2,48 g, für Milch 3,6 g, also in Summa 6,08 g, so ist an trockner Mehlsubstanz vorhanden 106,72 g. Da nun nach den oben erwähnten Bestimmungen 98,47 Theile trockner Brotsubstanz aus 100 Theilen trocknen Mehles gebacken werden, so entsprechen diese 106,72 g Trockensubstanz im Brot 108,39 g trocknen Mehles vor der Verwandlung in Brot. Nimmt man den mittleren

[1]) Buchner, Neues Repertorium 15, 385. [2]) Dingl. pol. J. 131, 276.



Wassergehalt des lufttrocknen Mehles zu 12,85 Proc. an, so entsprechen den 108,39 g trocknen Mehles 124,25 g lufttrockenes Mehl. Mithin wurden in diesem Falle aus 124,25 g gewöhnlichen Mehles 155,6 g Brot erzeugt, also aus 100 Theilen Mehl 125,3 Theile Brot.

In ähnlicher Weise bestimmte Heeren das Verhältniß von Mehl zu Brot in folgenden Versuchen. 100 Theile Mehl von mittlerem Feuchtigkeitsgehalte (12,85 Proc. Wasser) liefern

Franzbrot	125,3	bis	120,8
Semmel	141,2	„	132,2
Kreuzbrot	126,4	„	128,4
Losbrot	131,3	„	131,7
Zweipfennigbrot . .	126	„	127,3

Die beiden Zahlen in Bezug auf Ausbeute an Semmel hält Heeren selbst für etwas zu hoch. Bei diesem Gebäck wird meistens ein Zusatz von Butter und Zucker in den Teig gebracht und die Größe dieses Zusatzes entzog sich der Controle bei der obigen Untersuchung.

Aus diesen Versuchen schließt Heeren, daß 100 Theile Weizenmehl im Durchschnitt 125 bis 126 Theile Weißbrot liefern. Aehnliche Studien stellte Heeren über die Ausbeute an Roggenbrot an und kam zu dem Schlusse, daß 100 Theile lufttrocknen Roggenmehles wenigstens 131 Theile Schwarzbrot liefern.

Bei einem von v. Bibra erwähnten quantitativen Backversuche machte Gräger folgende Beobachtungen:

Es wurden verwendet

99,208	Gew.-Thle.	Mehl	mit	86,383	Thle. Trockensubstanz
4,000	„	Sauerteig	„	2,160	„ „
2,000	„	Salz	„	1,940	„ „
52,000	„	Wasser	„	0,114	„ „
		In Summa		90,597	Gew.-Thle. Trockensubstanz.

Unter möglichst genauer Einhaltung der in den Bäckereien üblichen Art wurde aus diesen Materialien Brot erzeugt. Der Vorteig war 5 Stunden der Gährung überlassen, dann aus demselben unter Benutzung des zum Anfrischen des Sauerteigs noch nicht verwendeten Restes der Bestandtheile ein normaler Teig hergestellt, dieser zu einem Brote geformt und schließlich mit anderem Gebäck in einen Ofen eingeschossen. Alle beim Kneten und Formen des Teiges entstehenden Abfälle wurden genau gesammelt und gewogen, die Geräthe und die Hände wurden gut gewaschen und auch die Menge der vom Wasser aufgenommenen Massen bestimmt.

Das erhaltene Brot besaß ein Gewicht von 128 Gewichtstheilen.

Um den Gehalt an Trockensubstanz in diesem Brote zu ermitteln, stellte Gräger zunächst das Verhältniß zwischen Rinde und Krume fest. In drei Portionen fand er dasselbe zu

	1 Theil	Rinde	auf	2,60	Theile	Krume
	1	„	„	„ 2,66	„	„
	1	„	„	„ 2,86	„	„
im Mittel	1	„	„	„ 2,71	„	„

100 Theile Rinde verloren beim Trocknen bei 100° C. 16,00 Theile Wasser
100 „ Krume „ „ „ „ „ „ 43,43 „ „

Berücksichtigt man das Verhältniß von Rinde und Krume und diesen Wassergehalt von beiden, so erhält man für das Brot die Zusammensetzung:

Wasser	36,36
Trockensubstanz .	63,64
	100,00

Demnach waren nach dem Backversuche an Trockensubstanz vorhanden:

1. in dem Brote . .	81,640	Theile
2. Abfälle vom Brot .	5,669	„
3. im Waschwasser .	1,333	„
	88,460	Theile
Verwendet waren	90,597	„
Verlust . . .	2,137	Theile Trockensubstanz.

Für den vorliegenden Zweck ist besonders zu bemerken, daß Gräger aus rund 100 Theilen lufttrocknen Mehles 128 Theile Brot in frischem Zustande erhielt.

v. Fehling[1]) stellte Versuche an, um zu bestimmen, wie groß die Brotausbeute sei bei verschiedenem Gewichte der gebackenen Teigtheile. Er kam zu folgenden Resultaten.

Gewicht der Teigtheile	Ausbeute an Brotgewicht	100 Theile Teig liefern Brot	100 Theile Teig verlieren beim Backen
216	190 bis 192	88 bis 89	12 bis 11
108	93 „ 95	86 „ 88	14 „ 12
54	44 „ 46	81,5 „ 85	18,5 „ 15
36	28 „ 30	77,7 „ 83,3	22,3 „ 16,7

Man erkennt aus diesen Zahlen, daß die Ausbeute an Brot um so kleiner, der Backverlust um so größer ist, je kleiner die Teigmassen sind, die dem Backen unterworfen werden. Oben auf S. 188 wurden schon ähnliche Zahlen erwähnt.

Lawes und Gilbert[2]) berechneten folgende Tabelle über Brotausbeute aus Weizenmehl, indem sie nur auf eine Art von Brot, nur auf vierpfündige Laibe Rücksicht nahmen.

[1]) Dingl. pol. J. 131, 283. [2]) Chem. Soc. Qu. J. 10, 269; Wagner's Jahresber. 1857, 254.

Zahl der vierpfündigen Brote aus 1 Sack (280 Pfd.) Mehl	100 Gewichtstheile Mehl liefern Gewichtstheile Brot	Procentgehalt an Trockensubstanz und Wasser im Brot					
		bei 16 Proc. Wasser im Mehl		bei 15 Proc. Wasser im Mehl		bei 14 Proc. Wasser im Mehl	
		Trockensubstanz	Wasser	Trockensubstanz	Wasser	Trockensubstanz	Wasser
90	128,6	65,3	34,7	66,1	33,9	66,9	33,1
91	130,0	64,6	35,4	65,4	34,6	66,1	33,9
92	131,4	63,9	36,1	64,7	35,3	65,4	34,6
93	132,8	63,2	36,8	64,0	36,0	64,7	35,3
94	134,3	62,5	37,5	63,3	36,7	64,0	36,0
95	135,7	61,9	38,1	62,6	37,4	63,4	36,6
96	137,1	61,3	38,7	62,0	38,0	62,7	37,3
97	138,6	60,6	39,4	61,3	38,7	62,0	38,0
98	140,0	60,0	40,0	60,7	39,3	61,4	38,6
99	141,4	59,4	40,6	60,1	39,9	60,8	39,2
100	142,8	58,8	41,2	59,5	40,5	60,2	39,8
101	144,3	58,2	41,8	58,9	41,1	59,6	40,4
102	145,7	57,6	42,4	58,3	41,7	59,0	41,0
103	147,1	57,1	42,9	57,8	42,2	58,5	41,5
104	148,6	56,5	43,5	57,2	42,8	57,9	42,1
105	150,0	56,0	44,0	56,7	43,3	57,3	42,7

Procentgehalt an Stickstoff und stickstoffhaltiger Substanz im Brot (1 Proc. Stickstoff = 6,3 Proc. Proteïnsubstanz)							
1,65 Proc. Stickstoff (10,4 Proc. Proteïnsubstanz) im Mehl		1,7 Proc. Stickstoff (10,7 Proc. Proteïnsubstanz) im Mehl		1,75 Proc. Stickstoff (11,0 Proc. Proteïnsubstanz) im Mehl		1,8 Proc. Stickstoff (11,3 Proc. Proteïnsubstanz) im Mehl	
Stickstoff im Brot	Proteïnkörper im Brot	Stickstoff im Brot	Proteïnkörper im Brot	Stickstoff im Brot	Proteïnkörper im Brot	Stickstoff im Brot	Proteïnkörper im Brot
1,28	8,06	1,32	8,32	1,36	8,57	1,40	8,82
1,26	7,94	1,31	8,25	1,35	8,50	1,38	8,69
1,25	7,87	1,29	8,13	1,33	8,38	1,37	8,63
1,24	7,81	1,28	8,06	1,32	8,32	1,35	8,50
1,23	7,75	1,26	7,94	1,30	8,19	1,34	8,44
1,22	7,69	1,25	7,87	1,29	8,13	1,33	8,38
1,20	7,56	1,24	7,81	1,28	8,06	1,31	8,25
1,19	7,50	1,23	7,75	1,26	7,94	1,30	8,19
1,18	7,43	1,21	7,62	1,25	7,87	1,29	8,13
1,17	7,37	1,20	7,56	1,24	7,81	1,27	8,00
1,15	7,24	1,19	7,50	1,22	7,69	1,26	7,94
1,14	7,18	1,18	7,43	1,21	7,62	1,25	7,87
1,13	7,12	1,17	7,37	1,20	7,56	1,23	7,75
1,12	7,05	1,15	7,24	1,19	7,50	1,22	7,69
1,11	6,99	1,14	7,18	1,18	7,43	1,21	7,62
1,10	6,93	1,13	7,12	1,17	7,37	1,20	7,56

In dieser Tabelle nehmen Lawes und Gilbert keine Rücksicht auf Substanzverlust bei der Ueberführung des Mehls in Brot, sie vernachlässigen den durch die Gährung bedingten Verlust und nehmen an, daß beim Backen allein Wasser aus dem Teig ausgetrieben werde. Die von ihnen gegebenen Zahlen können also nur als Näherungswerthe gelten.

Rivot[1]) verfährt zur Berechnung der Menge von Mehl, die zu einem bestimmten Gewichte von Brot verbacken wurde, in folgender Weise. Er ermittelt

1. den Gehalt des Brotes an Krume und Rinde,
2. den Wassergehalt der Krume,
3. den Aschengehalt von Rinde und von Krume.

Man kann annehmen, daß der in den Ofen eingeschossene Teig in allen seinen Theilen homogen ist, überall denselben Gehalt an mineralischen Substanzen besitzt. Beim Backen unter gewöhnlichen Verhältnissen wird die Gleichmäßigkeit der Vertheilung der Mineralsubstanzen nur insofern gestört, als die Rinde einen größeren Verlust an Wasser und an organischen Substanzen erleidet, als die Krume; die Rinde wird also reicher an Aschenbestandtheilen sein, als die Krume, in jedem dieser beiden Theile des Brotes sind aber die Mineralsubstanzen noch gleichmäßig vertheilt. Wenn man nun berechnet, wie groß die Menge von Krume sein würde, welche dieselbe Quantität von Asche enthält wie sie in der Rinde gefunden wurde, so erfährt man, wie viel Krume der Theil des Teiges gegeben haben würde, der beim Backen in Rinde verwandelt ist.

Setzt man den Aschengehalt der Krume $= 1$, den auf dieses Verhältniß reducirten Aschengehalt der Rinde $= p$, den Gehalt des Brotes an Krume $= k$, den an Rinde $= r$, so würden diese r Theile Rinde pr Theile Krume liefern. Die Summe $k + pr$ würde die Menge von Brot sein, die man erhielte, wenn gar keine Rinde gebildet wäre, wenn das ganze Brot aus Krume bestände. Der procentische Wassergehalt der Krume ist bekannt, er sei $= w$, dann läßt sich nach dem einfachen Ansatze $100 : w = k + pr : x$ berechnen, daß der Wassergehalt des hypothetischen Krumenbrotes $= \frac{w\,(k + pr)}{100}$ sein würde, mithin würde die Trockensubstanz dieses Krumenbrotes t betragen:

$$t = k + pr - \frac{w.(k + pr)}{100} = (k + pr)\left(1 - \frac{w}{100}\right).$$

Diese Trockensubstanz betrachtet Rivot als die Menge von trocknem Mehl, die für die Herstellung von 100 Theilen Brot verbraucht ist. Kennt man aber die trockne Mehlsubstanz in 100 Theilen Brot, so läßt sich natürlich leicht berechnen, wie viel gewöhnliches Mehl (m) mit durchschnittlich 17 Proc. Feuchtigkeit zu 100 Theilen Brot verbraucht wurde. Bei dem erwähnten Feuchtigkeitsgehalt berechnet sich m zu $\frac{t.100}{83}$. Endlich die Menge Brot, welche aus 100 Theilen

[1]) a. a. O.

Mehl erhalten wird, B ergiebt sich aus dem Ansatze: $m : 100 = 100 : B$ und daher $B = \frac{10\,000}{m}$.

Einige Beispiele werden die Art der Berechnung leichter verständlich machen:

k, der Gehalt des Brotes an Krume, sei $= 70,00$,
r, " " " " " Rinde, " $= 30,00$,
p, der Gehalt der Rinde an Asche, unter der Voraussetzung, daß die Asche der Krume $= 1$ ist, sei . . . . . $= 1,50$,
w, der Wassergehalt der Krume, sei . . $= 42,50$.

Dann ist $p . r = 45$ (30 Thle. Rinde würden 45 Thle. Krume geliefert haben),
$k + pr = 115$ (statt 100 Thle. Brot mit Rinde würde man 115 Thle. Brot ohne Rinde erhalten haben),

$$t = (k + pr)\left(1 - \frac{w}{100}\right) = 115\,(1 - 0,425) = 115 . 0,575 = 66,1.$$

Unter diesen Umständen sind also in 100 Thln. Brot 66,1 Thle. trockner Mehlsubstanz vorhanden. Die zu 100 Thln. Brot nöthige Menge Mehl mit 17 Proc. Feuchtigkeit ist in diesem Falle

$$m = t \cdot \frac{100}{83} = \frac{6610}{83} = 79,62 \text{ Thle.};$$

endlich 100 Thle. Mehl würden geliefert haben

$$B = \frac{10\,000}{79,62} = 125,60 \text{ Thle. Brot.}$$

In einem anderen Falle fand Rivot:

$$k = 59,68,\; r = 40,32,\; p = 1,503,\; w = 42,06,$$

und daraus folgt, daß hier

$$\begin{aligned} pr &= 60,6, \\ k + pr &= 120,2, \\ t &= 69,7, \\ m &= 84,0, \\ B &= 119,0. \end{aligned}$$

Für eine größere Anzahl von Broten von Pariser Bäckern hat Rivot diese Verhältnisse bestimmt und hat die Resultate seiner Untersuchungen in folgender Tabelle zusammengestellt.

Resultate der Untersuchung von 21 verschiedenen Brotmustern von Rivot.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Gewicht der Brote (in Grammen)	1920	1935	1965	1885	1892	1910	398	880	851	1545	1783
Verhältniß der Rinde zur Krume	0,429	0,386	0,475	0,335	0,329	0,290	0,811	0,675	0,809	0,773	0,555
In 100 Thln. Brot: Krume	70,00	72,16	67,78	74,90	75,24	77,52	55,22	59,68	55,28	56,39	64,31
In 100 Thln. Brot: Rinde	30,00	27,84	32,22	25,10	24,76	22,48	44,78	40,32	44,72	43,61	35,69
Wassergehalt in 100 Thln.: Krume	42,50	42,80	44,80	43,90	44,00	41,50	40,49	42,06	42,83	41,18	43,51
Wassergehalt in 100 Thln.: Rinde	18,10	19,00	19,60	18,70	16,60	16,40	16,94	19,25	20,70	18,85	19,00
Wassergehalt in 100 Thln.: Brot	35,20	36,00	36,60	37,50	37,40	35,70	30,00	33,30	32,69	31,44	34,44
(α) Trockne Substanz in 100 Thln. Brot	64,80	64,90	63,40	62,50	62,60	64,30	70,00	66,70	67,31	68,56	65,56
Asche in 100 Thln.: Krume	0,606	0,594	0,545	0,550	0,712	0,533	0,590	0,542	0,521	0,580	0,519
Asche in 100 Thln.: Rinde	0,9087	0,921	0,866	0,885	1,122	0,849	0,883	0,815	0,811	0,913	0,796
Asche in 100 Thln.: Brot	0,697	0,685	0,647	0,620	0,814	0,604	0,722	0,658	0,651	0,725	0,610
Verhältniß der Asche der Rinde zu der der Krume (Asche der Krume = 1)	1,500	1,550	1,589	1,600	1,575	1,591	1,496	1,503	1,556	1,574	1,533
(β) Trocknes Mehl für 100 Thle. Brot	66,10	66,00	66,16	64,52	64,05	66,26	72,78	69,75	71,21	73,54	67,25
Differenz (β)—(α)	1,30	2,06	2,76	2,02	1,45	1,96	2,78	3,05	3,90	4,98	1,69
Gewöhnliches Mehl für 100 Thle. Brot	79,62	79,50	79,71	77,72	77,16	79,83	87,68	84,03	85,79	88,60	81,02
Ausgeben von 100 Thln. Mehl	125,60	125,70	125,45	128,65	129,60	125,26	114,00	119,00	116,55	112,86	123,42

	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Gewicht der Brote (in Grammen)	1925	2011	1950	1998	1983	1983	1627	1665	1796	1829
Verhältniß der Rinde zur Krume	0,451	0,479	0,560	0,391	0,492	0,478	0,493	0,584	0,464	0,364
In 100 Thln. Brot: Krume	68,90	67,61	64,10	71,24	67,11	67,65	66,97	63,17	68,30	73,31
In 100 Thln. Brot: Rinde	31,10	32,39	35,90	28,06	32,89	32,35	33,03	36,83	31,70	26,69
Wassergehalt in 100 Thln.: Krume	41,10	40,45	41,85	47,52	43,88	44,06	42,65	42,85	46,03	47,11
Wassergehalt in 100 Thln.: Rinde	17,67	18,55	19,00	19,42	20,00	19,80	17,83	17,77	27,44	22,16
Wassergehalt in 100 Thln.: Brot	33,79	33,47	33,64	39,63	35,75	36,22	34,45	33,60	40,01	40,44
(α) Trockene Substanz in 100 Thln. Brot	66,21	66,53	66,36	60,37	64,25	63,78	65,55	66,40	59,99	59,56
Asche in 100 Thln.: Krume	0,541	0,500	0,487	0,591	0,500	0,723	0,719	0,724	0,708	0,589
Asche in 100 Thln.: Rinde	0,833	0,688	0,712	0,806	0,697	1,036	1,006	1,101	0,822	0,833
Asche in 100 Thln.: Brot	0,632	0,560	0,568	0,655	0,566	0,824	0,834	0,863	0,744	0,654
Verhältniß der Asche der Rinde zu der der Krume	1,539	1,376	1,462	1,532	1,394	1,432	1,482	1,520	1,161	1,414
(β) Trockenes Mehl für 100 Thle. Brot	68,77	67,83	67,82	58,00	63,39	63,77	66,48	68,08	56,72	58,73
Differenz (β)—(α)	2,56	1,30	1,46	—2,37	—0,86	—0,01	0,93	1,68	—3,27	—0,83
Gewöhnliches Mehl für 100 Thle. Brot	80,90	79,83	79,78	68,00	74,57	75,00	78,20	80,00	67,52	70,00
Ausgeben von 100 Thln. Mehl	124,00	125,25	125,35	147,00	134,00	133,00	127,87	125,00	148,00	142,85

Die Nummern 1, 2, 3, 4, 5, 6 sind gut gebackene Maurerbrote von verschiedenen Bäckern in Paris, 18 bis 20 Stunden nachdem sie aus dem Ofen genommen waren. Das zu ihrer Bereitung verwendete gute Weizenmehl enthält 17 Proc. Wasser. Nr. 7 ist ein zu schwach gebackenes länglich rundes Brot (rondin). Nr. 8 ist ein etwas zu stark gebackenes länglich rundes Brot, Rinde stellenweise verbrannt. Nr. 9 ist ein gut gebackenes gespaltenes Brot mit fester Rinde. Nr. 10 ist ein Weinwirthsbrot, Rinde wenig gefärbt. Nr. 11 ist ein gut gebackenes langes Rundbrot. — Nr. 7, 8, 9, 10 und 11 scheinen aus reinem Weizenmehl gebacken zu sein. Es wurde auch hier ein Wassergehalt von 17 Proc. im Mehl angenommen. — Nr. 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 und 19 enthalten neben Weizenmehl kleine Mengen von amerikanischem Mehl, welches maishaltig war. Bei 12, 13, 14 war dieses amerikanische Mehl gut, bei den übrigen etwas gegohren. 18 und 19 wurden langsam gebacken, sie blieben eine Stunde im Ofen, hatten eine dicke Rinde und etwas trockne Krume. Das amerikanische Mehl enthält 13 bis 14 Proc. Wasser, für das Mehlgemisch wurden daher 15 Proc. Wasser als Durchschnittsgehalt angenommen. — Nr. 20 und 21 sind Brote aus Weizen- und Roggenmehl gemischt gebacken. Das Gemenge enthielt 16 Proc. Wasser.

Zum Theil sind in dieser Tabelle Zahlen wiederholt, die schon oben auf Seite 264 angeführt waren. Die Zahlen sind aber hier nothwendig, um einige weitere Betrachtungen von Rivot zu verstehen.

Berechnet man aus der Zusammensetzung des Brotes die in demselben enthaltene Trockensubstanz (in der Tabelle mit α bezeichnet) und vergleicht diese mit der wie oben angedeutet berechneten, für 100 Thle. Brot verwendeten trocknen Mehlsubstanz (in der Tabelle mit β bezeichnet), so ist die Differenz $\beta - \alpha$ in der Regel eine positive Größe, d. h. β ist größer als α. Diese Differenz repräsentirt den Verlust an organischer Substanz während des Backens. Man erkennt sofort, daß dieser Satz nur dann richtig ist, wenn man den Backverlust allein durch die Rindenbildung bedingt auffaßt, wenn man annimmt, daß das die Krume liefernde Mehl bei dem Uebergang in Brot gar keinen Verlust erlitt. Rivot vernachlässigt also den Verlust an Mehlsubstanz durch die Gährung, seine Zahlen können daher auf absolute Genauigkeit keinen Anspruch erheben.

Der durch die Rindenbildung bedingte Backverlust variirt mit dem Grade der beim Backen angewendeten Hitze, mit dem Mengenverhältniß der Rinde und folglich auch mit der Gestalt des Brotes. Er ist um so größer, je stärker die Rinde und je mehr sie verbrannt ist. Bei den etwa zwei Kilogramm schweren Phantasiebroten beträgt der Verlust an organischer Substanz 1,5 bis 3,0 Proc. des verwendeten Mehles. Bei den Maurerbroten ist er etwas geringer und beträgt gewöhnlich zwischen 1,5 und 2,0 Proc. Bei sehr langen Broten, z. B. bei denen für die Weinwirthe, bei den länglich runden Broten (rondins) und bei den Laiben (miches) beträgt der Verlust bei gehörigem Backen etwa 2 Proc. des Mehlgewichts.

Die Berechnung des Ausgebens des Mehles führt zu interessanten Resultaten und zeigt, daß bei guten Broten, wenn sie ziemlich gleich gebacken sind, das Ausgeben von der Gestalt des Brotes abhängt. Rivot hat aus einer großen Anzahl

von Versuchen folgende Durchschnittszahlen abgeleitet. Sie beziehen sich auf Brote aus gutem Weizenmehl, die 18 Stunden nachdem sie aus dem Ofen genommen worden, der Untersuchung unterworfen sind. Bei einem Feuchtigkeitsgehalt des Mehles von 17 Proc. liefern 100 Thle. Mehl

125	bis	130	Thle.	Maurerbrote von 2 kg,
120	„	125	„	Phantasiebrote von 2 kg,
112	„	122	„	sehr lange Brote,
120	„	128	„	länglich runde Brote (rondins),
125	„	135	„	Laibe von 2 kg,

je nach dem Backgrade und der Dicke der Kruste.

Nimmt man mit Rivot an, daß die Brote in den ersten 18 Stunden nach dem Backen 3 bis 5 Proc. ihres Gewichtes verlieren (eine Annahme, die nach den weiter unten folgenden Beobachtungen von Boussingault allerdings zu hoch ist), so führen obige Resultate zu dem Ergebnisse, daß an Phantasiebroten aus 100 Thln. Mehl 125 bis 130 Thle. frisches Brot erhalten wurden, bei sehr langen Broten etwa 120 Thle., bei den übrigen oben erwähnten Broten aber nahezu 133 Thle.

Bei Anwendung der oben angegebenen Methode auf Brote aus verdorbenem oder gemischtem Mehle erhielt Rivot nicht immer eine genügende Uebereinstimmung zwischen den Mengenverhältnissen des trocknen Mehles und der trocknen Brotsubstanz. Fast immer ergab die Berechnung des angewandten Mehles eine Zahl, welche niedriger als die der trocknen Brotsubstanz war, letztere direct durch das Austrocknen bestimmt. Rivot schrieb diese Abweichung anfangs dem Umstande zu, daß das Austrocknen bei zu hoher Temperatur stattfand und ein Theil der Krume dabei zersetzt wurde. Als er aber die Versuche mit demselben Brote wiederholte, erhielt er wieder dasselbe Resultat. Indem er dann das verwendete Mehl mittelst des Aschengehaltes des Brotes berechnete, überzeugte er sich, daß jene Abweichung daher rührt, daß die Krume schlechten Brotes bei 115° bis 120° C. eine beträchtliche Menge von Sauerstoff und Wasserstoff in Form von Wasser verliert. Bei niederer Temperatur tritt dieser Verlust nicht ein, man sollte daher beim Trocknen des Brotes die Temperatur von 110° C. nie überschreiten, sobald man darauf Rücksicht nehmen muß, daß eventuell ein schlechtes Mehl verwendet wurde.

Alle Brote, bei denen Rivot die Eigenthümlichkeit fand, daß β kleiner als α, bei denen also die Differenz $\beta - \alpha$ eine negative Größe ist, enthielten bei gleich trocknem äußeren Ansehen 5 bis 6 Proc. Wasser mehr, als gute Brote. In der obigen Tabelle geben die Nummern 15, 16, 17, 20 und 21 Beispiele solcher schlechten Brote.

Daß die Güte des Mehles und die Art der Behandlung beim Brotbacken Einfluß auf die Brotausbeute hat, ergiebt sich auch noch aus folgenden Beobachtungen. Thomson[1]) bestimmte, daß 1 Sack (280 Pfd.) bestes Weizenmehl zum Gehen die Hefe von 1536 g Malz verlange, 405 Pfd. Teig und 360 Pfd. Brot liefere, während 1 Sack Weizenmehl zweiter Qualität die Hefe von 1670 g Malz bedürfe und nur 356 bis 357 Pfd. Brot liefere.

[1]) Ann. Chem. Pharm. 82, 371.

Nach Liebig[1]) erhält man aus 19 Pfd. Mehl ohne Kalkwasserzusatz 24,5 Pfd. Brot, bei Benutzung von 5 Pfd. Kalkwasser dagegen 26,4 bis 26,5 Pfd. Brot.

Bei fast allen bisher erwähnten Versuchen über die Brotausbeute aus einer gegebenen Menge Mehl ist ein Verlust an Mehlsubstanz in Rechnung gezogen, die Frage ist aber immer offen gelassen, worin besteht dieser Verlust, welche Bestandtheile des Mehles erleiden denselben. Es ist namentlich wichtig hier festzustellen, ob diesen Veränderungen nur die stickstofffreien oder auch die stickstoffhaltigen Körper unterworfen sind.

Daß bei der Gährung des Brotteiges Zucker in Kohlensäure und Alkohol gespalten wird, daß durch die Hefe vielleicht auch eine kleine Menge von Stärke in den zersetzbaren Zucker verwandelt wird und so auch der Zersetzung anheimfällt, das ist oben in früheren Capiteln eingehend besprochen worden. Ebenso ist auch die Bildung der braunen Röstproducte in der Rinde kaum möglich, ohne daß aus den organischen Bestandtheilen des Mehles kohlenstoffreichere Zersetzungsproducte gebildet, daß dabei also Wasserstoff und Sauerstoff wie bei der trocknen Destillation organischer Substanzen austreten. Es kann kein Zweifel darüber bestehen, daß stickstofffreie Bestandtheile des Mehles während der Verwandlung desselben in Brot verloren werden, über den Betrag dieses Verlustes sind indessen quantitative Bestimmungen nicht möglich, er wird sehr verschieden groß sein je nach der Natur des Brotes, nach der Art des Lockerungsmittels, der Temperatur des Ofens rc.

Nicht so entschieden ist die Frage zu beantworten, ob die stickstoffhaltigen Substanzen des Mehles während des Backprocesses einen Verlust erleiden. Freilich ist oben schon angedeutet, daß die stickstoffhaltigen Bestandtheile des Mehles theilweise einer Veränderung bei dem Uebergange in Brot unterworfen sind, die Versuche aber, welche angestellt wurden, um diese Veränderung quantitativ in der Weise zu verfolgen, daß ein eventueller Verlust an Stickstoffsubstanz festgestellt werden könnte, führten nicht zu übereinstimmenden Resultaten.

v. Bibra unternahm folgende Versuche, um zu ermitteln, ob während der Gährung oder der Backung ein Verlust an Proteïnkörpern eintrete.

1. Zunächst wurde das Mehl auf seinen Stickstoffgehalt untersucht.

2. Dann wurde ein Brot, welches die Gährung durchgemacht hatte in dem Momente, in dem die gleichzeitig mit ihm bereiteten Brote in den Backofen eingeschoben wurden, auf den Stickstoffgehalt geprüft. Um hier die Gährung rasch zu unterbrechen, wurde der Teig in dem bestimmten Zeitpunkte mit starkem Weingeist übergossen und erst nach dem Verdampfen desselben das Trocknen der Substanz vorgenommen.

3. Ein gleiches Teig-Brot wurde 24 Stunden lang bei einer Temperatur von 18° bis 20° R. sich selbst überlassen, um zu ermitteln, ob bei längerer Gährungsdauer der etwaige Verlust größer würde.

4. Das gebackene und ausgetrocknete Brot wurde auf den Stickstoffgehalt untersucht.

5. Schließlich wurde aus dem Mehl, von dem ein Theil zu dem Versuch 1

---

[1]) Ann. Chem. Pharm. 91, 246.



verbraucht war, ohne Hefe oder Sauerteig ein Teig bereitet und derselbe verschiedenen Temperaturen ausgesetzt, um eine etwaige Abnahme an Stickstoffsubstanzen zu bestimmen.

Zu den Stickstoffbestimmungen wurde immer die trockne Krume benutzt.

Diese Versuche führten zu folgenden Resultaten: Bei der Bereitung der Weizenbrote mit Hefe konnte weder durch die Gährung, noch durch die Backhitze eine Abnahme des Gehaltes an Stickstoffsubstanzen erkannt werden. Mehl, Teig, der bis zum Eintragen in den Ofen, Teig, welcher 24 Stunden sich selbst überlassen war, endlich das fertige Weizenbrot zeigten einen zwischen 1,756 und 1,750 Proc. schwankenden Stickstoffgehalt, man kann also behaupten, daß sie alle in ihrem Stickstoffgehalte mit einander übereinstimmten. Bei der Gährung mit Sauerteig fielen die Versuche nicht so übereinstimmend aus. Bei einigen Versuchsreihen mit Roggenmehl und dem aus diesem gewonnenen Brot wurde bald eine Uebereinstimmung des Stickstoffgehaltes in Mehl, Teig und Brotkrume festgestellt, bald zeigte sich eine Abnahme des Stickstoffs bei der Verwandlung des Mehles in Teig (Mehl z. B. 2,654 Proc., Teig 2,400 Proc. Stickstoff), endlich war auch bei einigen Versuchen der Stickstoffgehalt des Mehles und des Teiges gleich groß, aber der der Brotkrume kleiner (Mehl und Teig z. B. enthielten 1,380 Proc. Stickstoff, die Brotkrume nur 1,260). Immerhin ist der auch bei der Gährung mit Sauerteig durch die Teigbildung und die Backhitze bedingte Verlust der Mehlsubstanz an Stickstoff in der Krume des Brotes sehr gering.

Bei der Rindenbildung hingegen findet in der Regel ein geringer Verlust an stickstoffhaltigen Körpern statt, wie die folgenden Beobachtungen von v. Bibra beweisen:

Weizenbrote.

	Stickstoff			Stickstoffsubstanz		
	Krume	Rinde	Differenz	Krume	Rinde	Differenz
1	1,756	1,700	0,056	11,329	10,967	0,362
2	1,634	1,588	0,046	10,541	10,245	0,296
3	1,692	1,603	0,089	10,916	10,341	0,575
4	1,404	1,392	0,012	9,128	8,980	0,148
5	1,003	1,107	—0,104	6,471	7,141	—0,670

Roggenbrote.

	Stickstoff			Stickstoffsubstanz		
	Krume	Rinde	Differenz	Krume	Rinde	Differenz
1	1,230	1,200	0,030	7,935	7,741	0,194
2	1,260	1,103	0,157	8,129	7,116	1,013
3	1,777	1,577	0,200	10,967	10,177	0,790

Diese Untersuchungen v. Bibra's wurden, so weit sie sich auf die Krume des Brotes bezogen, von A. Vogel [1]) bestätigt. Derselbe bestimmte den Stickstoffgehalt des Mehles und der Krume des aus diesem dargestellten Brotes und fand in den bei 100° C. getrockneten Substanzen an Stickstoff:

Weizenmehl	Weizenbrot
1,85 Proc.	1,98 Proc.
Roggenmehl	Roggenbrot
1,43 Proc.	1,28 Proc.

Vogel hält die Differenz zwischen dem Stickstoffgehalt des Mehles und des Brotes für so unbedeutend, daß er zu der Ansicht kam, in der Krume des Brotes sei die Gesammtheit des Stickstoffgehaltes des Mehles unverändert erhalten.

In Bezug auf die Differenz im Stickstoffgehalte der Rinde und der Krume kam Barral [2]) zu anderen Resultaten, als v. Bibra. Barral fand nicht, daß die Rindenbildung einen Stickstoffverlust bedinge, nach seinen Versuchen ist der Stickstoffgehalt der Rinde größer, als der der Krume. Im Zustande der vollständigen Trockenheit von Krume und Rinde fand er in ersterer 1,93, in letzterer 2,37 Proc. Stickstoff; in frischem Brote ist die Differenz natürlich noch größer, entsprechend dem größeren Wassergehalte der Krume gegenüber der Rinde. Für den frischen Zustand nimmt Barral zwischen dem Stickstoff der Krume und dem der Rinde das Verhältniß 1 : 2, ja zuweilen selbst 1 : 2,5 an. Den Grund dieser Stickstoffzunahme in der Rinde glaubt Barral in einem eigenthümlichen Verhalten des Klebers beim Erhitzen auf 200° bis 220° C. zu finden. Er schloß feuchten Kleber in ein Glasrohr ein und erhitzte dieses in einem Oelbade auf 220° C. Der Kleber verflüssigte sich. Beim Oeffnen der Röhre trat Kohlensäure aus. Die Flüssigkeit in der Röhre reagirte alkalisch und besaß einen eigenthümlichen Geruch. Durch Säuren wurde in dieser Flüssigkeit ein gelber Niederschlag erzeugt, Alkalien und Alkohol brachten keine Veränderung in der Flüssigkeit hervor. Nach diesen Versuchen von Barral scheint also der Kleber beim Erhitzen Kohlenstoff in Form von Kohlensäure zu verlieren, und dadurch ist es bedingt,

[1]) Buchner's neues Repertorium für Pharmacie 11, 56. — [2]) Compt. rend. 56, 118; Dingl. pol. J. 170, 141.

daß der dabei übrig bleibende Rest stickstoffreicher geworden ist. Diese Angaben von Barral stehen in solchem Gegensatze zu allen anderen Beobachtungen, daß dieselben der Controle sehr bedürftig erscheinen.

Veränderung des Brotes beim Aufbewahren nach dem Backen.

Die oben geschilderte Beschaffenheit des frischen Brotes ist sehr wenig beständig. Kurze Zeit, nachdem das Brot aus dem Ofen genommen wurde und zwar um so schneller, je kleiner die Brote sind, wird die ursprünglich harte und spröde Kruste weich, die weiche, elastische Krume, die sich leicht beim Kauen mit dem Speichel mischte, verliert ihre Elasticität, sie wird krümlig, bröcklig, verursacht beim Essen das Gefühl der Trockenheit und verlangt eine bedeutende Speichelabsonderung zur gehörigen Durchfeuchtung des Bissens. Diese Veränderung des Brotes bezeichnet man als „altbacken" werden. Wenn das Brot nicht zu alt geworden ist, kann man ihm durch mäßige Erwärmung für kurze Zeit wieder den Charakter des frischen Brotes ertheilen.

Mit der Erklärung dieser merkwürdigen Vorgänge haben sich namentlich Boussingault [1]) und v. Bibra [2]) beschäftigt.

Im gewöhnlichen Leben hört man häufig die Meinung aussprechen, daß das Hartwerden, das Altbackenwerden des Brotes seinen Grund habe in dem allmäligen Austrocknen, in der freiwilligen Wasserabgabe des Brotes beim Liegen. Diese Ansicht ist aber durchaus nicht richtig, schon die oben erwähnte Thatsache, daß durch directes Erhitzen, bei dem doch jedenfalls ein Wasserverlust eintreten muß, das altbackene Brot wieder frisch wird, spricht dagegen. Directe Versuche von Boussingault zeigten auch, wie gering der Wasserverlust des Brotes während der erwähnten Veränderung ist.

In die Mitte eines runden Brotes von 33 cm Durchmesser und 14 cm Dicke wurde bald nach der Herausnahme aus dem Ofen die Kugel eines Thermometers 7 cm tief eingesenkt. Die Temperatur des Brotes betrug in der Mitte der Krume 97° C., der Wasserreichthum der Krume (35 bis 45 Proc.) hat beim Backen die Erhöhung der Temperatur im Innern des Brotes über 100° verhindert. Das Gewicht des Brotes betrug, als die Thermometerkugel eingeschoben wurde, 3,760 kg. Es wurde in ein Zimmer gebracht, in welchem eine Temperatur von 16° bis 19° C. herrschte. Während der Abkühlung wurde nun die Temperatur des Brotes mit der des Zimmers verglichen und es wurde zugleich die Gewichtsabnahme des Brotes durch allmälige Wasserausgabe verfolgt. Folgende Beobachtungen wurden dabei gemacht:

---

[1]) Ann. chim. physique. (3. Série.) 36, 490 (1852). — [2]) Die Getreidearten und das Brot.

Datum	Stunde	Temperatur (in Graden Celsius)		Gewicht des Brotes
		Brot	Zimmer	
12. Juni	9 Uhr Morgens	97,0	19,0	3,760 kg
„ „	10 „ „	81,0	19,1	—
„ „	11 „ „	68,0	19,0	—
„ „	Mittags	58,0	19,1	—
„ „	1 Uhr Nachmittags	50,2	19,0	3,735 „
„ „	2 „ „	44,0	19,0	—
„ „	3 „ „	38,6	18,9	—
„ „	4 „ „	34,7	19,0	—
„ „	5 „ „	31,6	18,7	—
„ „	6 „ „	28,9	18,6	—
„ „	8 „ „	25,0	18,4	—
„ „	10 „ „	23,0	18,3	—
13. Juni	7 „ Morgens	18,8	18,1	—
„ „	9 „ „	18,3	18,1	3,730 „
„ „	10 „ „	18,1	18,1	—
„ „	11 „ „	18,0	18,0	—
„ „	Mittags	18,0	17,9	—
„ „	2 Uhr Nachmittags	18,0	18,0	—
„ „	7 „ „	17,8	17,7	—
14. Juni	9 „ Morgens	17,0	17,4	3,727 „
15. Juni	9 „ „	16,1	16,5	3,712 „
16. Juni	9 „ „	15,8	16,3	3,700 „
17. Juni	9 „ „	—	—	3,696 „
18. Juni	9 „ „	—	—	3,690 „

Neben diesem Brote wurde ein anderes von demselben Gebäck und derselben Größe beobachtet, um die Veränderung der Beschaffenheit zu verfolgen. Kaum 24 Stunden hat es gedauert, bis das Brot die Temperatur der Umgebung annahm. Während dieser Zeit war es halb altbacken geworden, die Rinde war nicht mehr spröde. Dabei hatte das Brot 30 g Wasser verloren, d. h. 0,8 Proc. seines ursprünglichen Gewichtes. In den folgenden 5 Tagen verlor das Brot 40 g Wasser, d. h. 1,06 Proc. des ursprünglichen Gewichtes. Während der 6 Tage des Versuches verlor demnach das Brot in Summa 1,86 Proc. seines Gewichtes. Eine so unbedeutende Wasserabgabe kann bei einem ursprünglichen Wassergehalte des Brotes von 35 bis 45 Proc. unmöglich die tiefeingreifende Veränderung bedingen, die man bei dem Altbackenwerden beobachtet.

Das 7 Tage alte, stark altbackene Brot wurde nun mit eingesenktem Thermometer wieder in den Ofen gebracht. Nach einer Stunde zeigte das Thermometer die Temperatur von 70° C. im Innern des Brotes. Sodann aus dem Ofen genommen besaß das Brot ein Gewicht von 3,570 kg, es hatte also während des Erwärmens 120 g, d. h. 3,20 Proc. vom ursprünglichen Gewichte und 3,25 Proc. von dem Gewichte vor der Erhitzung verloren und trotzdem verhielt sich das Brot beim Durchschneiden vollständig wie frisches.

Noch in anderer Weise zeigte Boussingault, daß der Wasserverlust nicht die Ursache des Altbackenwerdens ist; er ließ ein Stück Brot abkühlen und alt werden unter Umständen, unter denen der Wasserverlust sehr gering war. Ein Stück heißes Brot wurde in eine Schale gebracht, die unter einer mit Wasser abgesperrten Glocke sich befand. Die Luft, welche das Brot umgab, war also stets mit Wasserdämpfen gesättigt. Das Stück wurde nun einige Tage stets um dieselbe Stunde gewogen und untersucht.

	Gewicht des Brotes	Verlust	Beschaffenheit
Beginn des Versuchs .	32,05 g	—	frisch
Nach 24 Stunden . . .	31,82 „	0,23 g	halbaltbacken
„ 48 „ . . .	31,75 „	0,07 „	altbacken
„ 72 „ . . .	31,70 „	0,05 „	„
„ 96 „ . . .	31,69 „	0,01 „	sehr altbacken

Obgleich also das Brot nur 0,7 Proc. Wasser verloren hatte, war der Uebergang in altbackenen Zustand nach 24 stündigem Verweilen unter der Glocke zu erkennen und diese Beschaffenheit trat immer deutlicher hervor, obgleich das Brot während der folgenden Tage kaum die Hälfte des Wassers abgab, wie in den ersten 24 Stunden.

Schon bei einer Temperatur von 50 bis 60° C. erreichte Boussingault dasselbe Ziel, wie bei 70°. Wenn man altbackenes Brot in einen dicht schließenden Cylinder aus Eisenblech bringt und so dafür sorgt, daß ein Wasserverlust nicht eintreten kann, so kann man mit demselben Stücke Brot wiederholt den Versuch machen, daß es nach jedesmaligem Erhitzen frisch, nach einigem Liegen aber altbacken erscheint.

Diese Beobachtungen wurden durch die Versuche von v. Bibra im Wesentlichen bestätigt. Bibra suchte aber auch die Grenze der Auffrischungsmöglichkeit festzustellen. Er beobachtete, daß kleine Brote viel früher die Fähigkeit verlieren als große, beim Erhitzen aus dem altbackenen in den frischen Zustand überzugehen. Der Grund davon liegt darin, daß kleine Brote in derselben Zeit 15 bis 16 Proc. Wasser verlieren, in der die großen Brote nur 4 Proc. abgeben. Die stärkere Rinde, welche an den größeren Broten durch längeres Backen erzeugt wird, die dickere Schicht des Brotes, die der Wasserdampf bei größeren Broten durchdringen muß, erschweren die Wasserabgabe der größeren Brote. Weizenbrot und Roggen-

brot verhalten sich in dieser Beziehung ganz gleich. Eine bestimmte Menge von Wasser muß aber noch in dem Brote sein, wenn es wieder frisch werden soll beim Erhitzen. Das Brot muß trotz der scheinbaren Trockenheit in altbackenem Zustande noch mindestens 30 Proc. Wasser enthalten, wenn es beim Erhitzen während der Zeit von 18 bis 20 Minuten wieder frisch werden soll; ist der Wassergehalt geringer, so wird das Brot bei dem Erhitzen noch trockner, es verliert dann einfach sein Wasser in noch höherem Grade. Wasserarmes altbackenes Brot kann man wieder frisch erscheinen lassen, wenn man es in Wasser nur während 10 bis 30 Secunden eintaucht, auf Fließpapier äußerlich 10 bis 12 Minuten abtrocknen läßt und nun in den Ofen bringt. Nach Bibra's Versuchen ist die Umwandlung des altbackenen Brotes in frisches erreicht, wenn bei Gegenwart der genügenden Menge von Wasser die Temperatur im Innern des Brotes auf 87° bis 88° C. gestiegen ist. Kleinere Brote, namentlich Weizenbrot, verlieren die frische Beschaffenheit schon nach einigen Stunden, größere Brote, besonders Roggenbrot, bleiben in dem frischen Zustande nahezu 36 Stunden lang, am längsten bleibt das Brot dem frischen ähnlich, wenn man es vor dem Erhitzen in der oben angegebenen Weise mit Wasser benetzte.

Wenn nun nach diesen Versuchen nicht die Menge des Wassers allein der Grund ist für die frische und altbackene Beschaffenheit des Brotes, so kann die Verschiedenheit nur durch die Art der Wasserbindung bedingt sein. Die Molecüle des aufgequollenen Stärkemehls oder vielleicht des Klebers müssen im Stande sein, bei niederer Temperatur mit dem Wasser eine chemische Verbindung einzugehen, welche bei höherer Temperatur nicht bestehen kann. Diese Verbindung des Wassers mit den Bestandtheilen des Brotes verlangt eine bestimmte Zeit. Man muß also annehmen, daß das frische Brot die größte Menge des Wassers noch frei enthält, daß das Wasser aber beim Liegen des Brotes allmälig chemisch gebunden wird. Ist das geschehen, so nennt man das Brot altbacken. Erhitzt man nun das Brot wieder, so wird das Wasser wieder frei, die Krume erhält ihre Geschmeidigkeit wieder, bis das Wasser wieder chemisch gebunden ist. Dieses Auffrischen kann so oft wiederholt werden, bis der Wasserverlust des Brotes so groß wird, daß das beim Erwärmen auftretende freie Wasser nicht mehr im Stande ist, das Brot geschmeidig erscheinen zu lassen.

Bei längerem Lagern verliert das altbackene Brot seinen Wassergehalt sehr langsam. Bei Versuchen von Bibra gab Weizenbrot, gleichgültig ob es ganz oder zerschnitten dem Versuche unterworfen war, in 100 Tagen bei mittlerer Temperatur etwa $^2/_3$ seines Wassergehaltes ab, von 30,91 Proc. ursprünglichem Wassergehalt verlor das Brot in der angegebenen Zeit 21,5 Proc. Die Krume des Brotes enthielt ursprünglich 43 bis 46 Proc., sie verlor bei dem Liegen während 100 Tagen 32,97 Proc. Wasser; die Rinde, welche ursprünglich 12 bis 15 Proc. Wasser enthielt, verlor davon nur 1,6 Proc. während derselben Zeit. Ein ganzes Roggenbrot verliert seinen Wassergehalt außerordentlich langsam beim Liegen an der Luft, die dichte starke Rinde erschwert offenbar den Austritt des Wasserdampfes. Ein Brot, das in frischem Zustande 48 Proc. Wasser enthielt, verlor während der 100 Tage noch nicht die Hälfte seines Wassergehaltes. Ein Abschnitt von Roggenbrot, bei dem also ein Theil der Krume frei lag, verhielt

sich aber wie das Weizenbrot, es hatte in 100 Tagen sein Wasser bis auf etwa 11 Proc. verloren.

In lufttrocknen Broten ist der Wassergehalt der Krume und der Rinde nahezu gleich, er schwankt zwischen 11 und 15 Proc. Namentlich der Wassergehalt der Rinde ist dann abhängig von der Feuchtigkeit der Luft. Hat man Brot bei 100 bis 110° C. scharf ausgetrocknet und bringt es dann an die Luft, so nimmt es begierig Wasser aus der Luft auf. Schon nach 48 Stunden enthielt die Rinde wieder 8 Proc., die Krume 7 Proc. Wasser, nach 14 Tagen war der Wassergehalt von Rinde und Krume übereinstimmend 8 Proc., und in diesem Zustande erhielt sich das Brot unverändert bis zur Beendigung des Versuchs nach 5 Monaten.

Nur selten aber gelingt es, Brot in diesen lufttrocknen Zustand zu bringen, meistens fällt das altbacken gewordene Brot sehr bald tiefer eingreifenden Veränderungen anheim.

Durch seinen Wassergehalt sowie durch das Gemisch von stickstoffhaltigen und stickstofffreien Bestandtheilen ist das Brot ein vorzüglicher Boden für die Entwickelung der Organismen, welche die Zersetzung, die Fäulniß von organischen Substanzen zu begleiten pflegen, das Brot wird nach kurzer Zeit schimmelig. Dieser Schimmel kann auf der Oberfläche des Brotes entstehen, es können also von außen die Sporen der Schimmelpflänzchen an das Brot gelangen. Diese Pflanzen können dann ihre Mycelienfäden auch in das Brot eindringen lassen, können die Verderbniß auch in das Innere des Brotes übertragen. Aber auch von innen heraus kann Schimmelbildung eintreten, wenn schlechtes Mehl, schlechter Sauerteig verwendet wurde und namentlich wenn unter diesen Verhältnissen auch noch zu viel Wasser in den Teig gebracht und die Temperatur des Ofens nicht hoch genug war. Man muß bedenken, daß die Sporen der niederen Organismen, die durch verdorbenes Mehl oder schlecht bereiteten Sauerteig in das Brot gelangen, durch die nur kurze Zeit dauernde Backwärme im Innern des Brotes nicht über 100° C. erhitzt werden, daß aber diese Temperatur häufig nicht ausreicht, um die Keime von Schimmelpilzen zu tödten.

Der gewöhnlich auf dem Brote vorkommende Schimmel besteht aus Vegetationen von Penicillium glaucum, ein Pilz, der in seinen verschiedenen Entwickelungsstufen weiß, graublau und schmutzig grünlich grau erscheint.

Wiederholt aber wurde auch beobachtet, daß von feucht geerntetem, schlecht aufbewahrtem Getreide in das Mehl und dadurch in das Brot eigenthümliche Organismen eingeführt werden. Ein bekanntes Beispiel der Art ist das Auftreten eines orangeroth gefärbten Pilzes auf dem Brote, welches im Jahre 1840 der Garnison von Paris gegeben wurde. Schon im Jahre 1819 hat Bizio das Vorkommen von solchem rothen Schimmel an Brot beobachtet, im Jahre 1840 aber war die Verbreitung in Frankreich eine außerordentlich große. Das Brot war häufig so von diesem Schimmel durchdrungen, daß schon beim Aufbrechen des Gebäckes rother übelriechender Staub verbreitet wurde. Eingehende mikroskopische Studien zeigten, daß man hier eine besondere Pilzart vor sich hatte, der man den Namen oïdium aurantiacum gab. Die weißlichen Fäden dieses Pilzes unterstützen Fruchtträger, in denen die orangerothen Sporen enthalten sind. Dieser Pilz stammt von den Hülsen des feucht geernteten Getreides und verbreitet sich

von den Kleientheilchen aus allmälig durch das ganze Brot. Beobachtungen von Payen zeigten, daß die Sporen dieses Pilzes in Röhren auf 100 bis 120° C. erhitzt nicht getödtet werden, sondern auch nach dieser Erhitzung auf der Krume des Brotes sich entwickeln. Erst eine Temperatur von 140° C. ist im Stande, alle Keimfähigkeit dieser Sporen zu vernichten.

Auch thierische mikroskopische Organismen hat man in verdorbenem Brote entdeckt. So hat Poggiale 1846 constatirt, daß eine Art von Bacterien ein Schwarzwerden des Brotes bedingen kann. Am meisten hat aber ein Organismus Aufsehen erregt, welcher wiederholt plötzlich in blutrothen Flecken auf Brot erschien.

Seit uralter Zeit geht die Sage, daß sich von Zeit zu Zeit auf Speisen, besonders auf Brot, plötzlich ein Blutstropfen bilden könne. Ist erst einer erschienen, so vermehrt sich das Blut, es fließt und überzieht weite Flächen. In alten Zeiten wurde diese Erscheinung als ein Zeichen bevorstehenden Unheils aufgefaßt, das den Zorn der Gottheit anzeige, verborgene Verbrechen offenbare und blutige Sühne erheische. Namentlich wenn dieses Wunderblut auf Hostien auftrat, gab die Erscheinung zu den größten Gewaltthaten Veranlassung; die Geschichte berichtet von zahllosen Opfern, die solchem finsteren Aberglauben fielen. Erst im Laufe dieses Jahrhunderts ist es gelungen, den Grund dieses scheinbaren Wunders zu erkennen. Zuerst wurde dieser Gegenstand wissenschaftlich untersucht beim Auftreten des Wunderblutes in der Gegend von Legnaro [1]) bei Padua im Jahre 1819. Damals erkannte Bizio [2]) in der rothen Masse kleine Organismen, welche Sette [3]) im Auftrage einer Commission näher studirte und für einen mikroskopischen Pilz hielt, den er Zaogalactina imetrofa nannte. Schon damals erkannte man, daß man mit dem rothen Farbstoff dieses Organismus Seide färben könne.

Im Jahre 1848 zeigte indessen Ehrenberg [4]) in Berlin, daß die rothe Masse auf dem Brote aus einem Haufwerk rother Monaden, thierartiger Organismen mit selbständiger Bewegung bestehe. Diesem mikroskopischen Thierchen gab er den Namen monas prodigiosa, Cohn [5]) zieht die Bezeichnung micrococcus prodigiosus vor. Der letztere schildert die Erscheinung mit folgenden Worten: Sie bildet sich in feuchter Luft nur auf gekochten, nicht auf rohen Speisen, auf Kartoffeln, Mehlkleister, Reis, Polenta, Brot, selbst auf Fleisch, Milch, Hühnereiweiß. Sie bildet sich von selbst, ohne daß man sie willkürlich hervorrufen kann. Zuerst erscheinen meist kleine rosenrothe oder purpurne Schleimtröpfchen, die zur Größe eines starken Nadelknopfes anwachsen und wie Fischrogen aussehen, dann sich verflachen, zusammenfließen und einen zähen blutigen Schleim bilden. Breitet man einen Tropfen der rothen Gallerte auf einer gekochten eiweißhaltigen Substanz aus, so vermehrt sie sich sehr rasch, in wenigen Stunden ist der neue Gegenstand überzogen. In einem abgeschlossenen Raume verbreiten sich diese Organismen ungemein schnell, alle eiweißhaltigen Substanzen, die mit einem solchen inficirten Präparate in einem Schranke sich befinden, werden nach kurzer Zeit von der rothen Masse bedeckt. Daß diese Organismen schädlich wirken, wenn man sie in den menschlichen Körper einführt, ist nicht bewiesen. Wo indessen

---

[1]) Dingl. pol. J. **110**, 429. — [2]) Dingl. pol. J. **92**, 466. — [3]) Dingl. pol. J. **114**, 435. — [4]) Berliner Akademie 1848. — [5]) Bacterien in der Sammlung von Vorträgen von Virchow und Holtzendorff. Nr. 165 (1872).

größere Massen dieser Monaden sich entwickeln, da verbreitet sich allmälig ein sehr unangenehmer Fäulnißgeruch, gegen den man bald sehr empfindlich wird.

Ed. O. Erdmann [1]) untersuchte die Erscheinung im Jahre 1866. Er fand, daß die Thierchen ellipsoidische Stäbchenbacterien, Vibrionen, sind, daß sie selbst farblos erscheinen, daß sie sich aber in einer rothen Flüssigkeit bewegen. Er erkannte, daß dieser rothe Farbstoff fast alle Reactionen zeigte, wie das Anilinroth, es scheint also, als ob durch die physiologische Thätigkeit dieser kleinen Wesen aus den stickstoffhaltigen Bestandtheilen der Speisen anilinfarbenartige Zersetzungsproducte entstehen. Bewegte Luft, directes Sonnenlicht und Kälte tödten diese Organismen, nur in dumpfen, feuchten, warmen, vor Licht geschützten, abgeschlossenen Räumen entwickeln sie sich rasch. Ueberläßt man die rothen Massen sich selbst, so treten nach einigen Tagen Schimmelvegetationen neben den rothen Körperchen auf, Schimmel und Monaden kämpfen eine Zeit lang um den Platz, schließlich siegt der Schimmel, das Wunderblut wird vernichtet.

Der Schimmel entwickelt sich auf gewöhnlichem Brote meistens nach 8- bis 14tägigem Aufbewahren, länger kann ein wasserhaltiges Brot nicht wohl aufbewahrt werden. Stark geschimmeltes Brot ist als Nahrung für Menschen und Thiere nicht mehr zu verwenden, wiederholt sind Beobachtungen gemacht, wo nach dem Genuß solchen Brotes Vergiftungssymptome auftraten. Man kann aber die Entstehung von Schimmel wesentlich verlangsamen durch richtige Behandlung des Mehles beim Backen und durch geeignete Aufbewahrung des Brotes.

Will man Brot für längere Dauer bereiten, so muß man gut gereiftes, trocken geerntetes und sorgfältig gelagertes Getreide anwenden, muß daraus ein Mehl erzeugen, welches möglichst frei ist von Kleie, muß dieses Mehl mit möglichst wenig Wasser unter Benutzung eines guten Sauerteiges oder besser guter Hefe zu einem steifen Teig anmachen, der durch intensives anhaltendes Kneten möglichst homogen gemacht wird, endlich müssen die aus diesem Teige geformten Brote im Backofen stark und längere Zeit erhitzt, müssen gut durchgebacken werden.

Bei der Aufbewahrung des Brotes ist dann namentlich darauf zu achten, daß es trocken gelagert wird. Das frische Brot legt man am zweckmäßigsten auf Lattengestelle, auf denen es von allen Seiten von Luft umgeben ist. Um möglichst an Platz zu sparen, stellt man die Brote hochkant auf solche Gestelle. In den ersten 24 Stunden ist das Brot noch so weich, daß die Krume zusammengedrückt, dicht wird, wenn man das Brot in mehren Schichten auf einander stellt. Ist das Brot 24 Stunden alt, dann kann man es in mehren Schichten über einander lagern, sollte aber nie mehr als drei Lagen über einander anordnen, da sonst die von den unteren Broten zu tragende Last zu groß wird. Der Raum, in welchem Brot aufbewahrt wird, muß luftig und trocken sein, Kellerräume sollen möglichst vermieden werden.

Namentlich für die Verpflegung der Armeen im Felde ist es häufig schwer, Brot in genügender Menge zu conserviren. In der französischen Armee hat man für diese Zwecke ein zwiebackartiges Brot, „pain biscuité“ [2]), eingeführt, welches

---

[1]) Aus Berliner Akademie 1867 in Chem. Centralblatt 1867, 268. — [2]) Burian, a. a. O.

aus einem aus guten Materialien hergestellten festen Teig durch scharfes Ausbacken bereitet wird und das 20 bis 30 Tage genießbar bleiben soll.

Am besten conservirt sich nach diesen Betrachtungen der nahezu wasserfreie Zwieback, und das ist der Grund, weshalb man dieses Backwerk für die Verproviantirung von Schiffen, Festungen u. s. w. verwendet. Einen eigentlichen Ersatz für Brot kann aber der Zwieback niemals liefern; im trocknen Zustande ist er sehr schwer zu genießen, er muß vor dem Verbrauch in Wasser oder anderen Flüssigkeiten aufgeweicht oder bei der Bereitung von Suppen verwendet werden.

Kolbe[1]) hat den Vorschlag gemacht, das Schimmeln des Brotes durch Anwendung von Salicylsäure zu verhindern. Die betreffenden Versuche führte er in Gemeinschaft mit E. v. Meyer aus. Ein einfaches Einkneten der Salicylsäure in den Brotteig genügte nicht zur Conservirung desselben. Als dem Teig so viel Salicylsäure in Pulverform zugesetzt wurde, daß auf 1 kg Brot 0,4 g Salicylsäure kam, war im fertigen Brote kaum noch etwas von derselben nachzuweisen, sie war beim Backen mit den Wasserdämpfen verflüchtigt. Solches Brot fiel dann auch dem Schimmeln ebenso rasch anheim, als das ohne Salicylsäure bereitete. Dagegen zeigte sich die Wirkung der Salicylsäure sehr deutlich, als solches Brot, in dessen Teig schon Salicylsäure eingeknetet war, gleich nach dem Backen mit einer Salicylsäurelösung bestrichen wurde. Indessen schon nach etwa 6 Wochen war Brot, das mit einer warm gesättigten wässerigen Lösung von Salicylsäure bestrichen, dann an der Luft getrocknet und in mit Salicylwasser ausgewaschenen hölzernen Kisten aufbewahrt wurde, stark geschimmelt. 8 Wochen, vielleicht viel länger, kann aber Brot aufbewahrt werden, welches in folgender Weise behandelt wurde. Auf 1 kg fertiges Brot werden 0,4 g Salicylsäure als Pulver in den Teig eingeknetet. Die gebackenen Brote werden sofort nach dem Austragen aus dem Ofen und noch einmal nach dem vollständigen Erkalten mit einer Lösung bestrichen, welche 32 g Salicylsäure, 72 g gepulvertes warmes Kaliumsulfat und 28 g Chlorkalium in 3 l siedenden Wassers enthält. Das saure Kaliumsulfat und das Chlorkalium haben den Zweck, Salzsäure zu entwickeln und durch diese flüchtige Säure an allen Theilen des Brotes, namentlich an den Stellen, an denen sich die Brote gegenseitig berühren, die Salicylsäure frei zu erhalten, sie also in ihrer antiseptischen Wirkung zu unterstützen. Natürlich wirkt auch das nicht flüchtige saure Kaliumsulfat an den Stellen, an denen es sich befindet, ebenso. Kolbe sorgte also dafür, daß alle Stoffe, welche bei der Zersetzung des Brotes die Salicylsäure binden und dadurch unwirksam machen könnten, durch die Mineralsäuren neutralisirt und dadurch verhindert werden, mit der Salicylsäure sich zu vereinigen.

Gewiß ist nach diesen Versuchen die Wirkung der Salicylsäure gegen die Entwickelung der niederen Organismen auf dem Brot eine vorzügliche, ob aber der dauernde Genuß des salicylsäurehaltigen Brotes keine Störungen in den Verdauungsorganen hervorbringt, das müßte doch wohl erst durch Versuche nachgewiesen werden.

Sehr interessant in Bezug auf die Veränderung des Brotes bei längerem Lagern sind die Beobachtungen, welche man an Brot machen konnte, das in

[1]) Journ. f. prakt. Chem. [2] 13, 110.



Pompeji gefunden wurde. Am 9. August 1862 wurde dort ein gefüllter Backofen ausgegraben, in welchem das Brot nahezu 1800 Jahre sich selbst überlassen war. Man fand in dem Ofen 81 Brote von der Gestalt, wie sie noch heute im südlichen Italien, namentlich auf Sicilien, gebacken wird, und von einem Gewichte, das zwischen 500 und 1200 g schwankte. Die Brote sind äußerlich schwärzlich braun, im Innern heller und zeigen größere oder kleinere Löcher, wie gewöhnliches Brot. Die Kruste ist ziemlich hart und dicht, die Krume porös, leicht zerbröckelnd und fast wie Steinkohle glänzend. S. de Luca [1]) untersuchte diese Brote auf ihre Zusammensetzung. Bei 110 bis 120° gaben sie ihr Wasser vollständig ab. Der innere Theil der Brote enthielt 23 Proc., der äußere 13 bis 21 Proc. Wasser. Zum Theil gaben die Brote ihr Wasser auch schon beim Liegen an der Luft ab. In den inneren Theilen fanden sich 2,8, in den äußeren 2,6 Proc. Stickstoff, die gepulverte und mit Wasser erschöpfte Kruste gab 1,65, und die ebenso behandelte Krume 2,28 Proc. Stickstoff. Die Waschwasser hinterließen beim Verdampfen im Wasserbade einen humusartigen Rückstand, der mit Kali Ammoniak entwickelte. Der Theil der Brote, der mit der Ofensohle in Berührung war, enthielt mehr Asche, als die übrigen Partien des Brotes. Die Elementaranalyse zeigte, daß der Kohlenstoffgehalt nach dem Innern zu ab-, der Wasserstoffgehalt dagegen zunimmt. Stärke und Zucker enthielten die Brote nicht mehr, beim Erhitzen aber lieferten sie doch noch gasförmige Zersetzungsproducte von ähnlicher Beschaffenheit, wie Kohlehydrate sie bei trockner Destillation auftreten lassen.

Folgende Tabelle enthält die Resultate der Analysen einiger der Brote:

Wasser	23,0	20,3	21,1	—	19,6
Kohlenstoff	34,3	27,2	89,0	—	—
Wasserstoff	8,4	6,5	4,3	—	—
Stickstoff	2,6	2,8	2,8	—	—
Sauerstoff	24,4	30,0	10,2	—	—
Asche	7,2	13,2	16,6	16,9	11,8

Der Stickstoffgehalt dieser Brote ist nahezu wie er an frischem, aus ganzem Getreide bereiteten Brote beobachtet wird, es ist daher wohl die Möglichkeit ausgeschlossen, daß die Veränderung des Brotes durch höhere Temperatur hervorgebracht sei. In dem durch den Aschenregen fast hermetisch verschlossenen Ofen wurden die Brote so geschützt, daß äußere Einflüsse nur sehr langsam auf dieselben wirken konnten. Die Wirkung derselben traf zuerst die äußeren Schichten und drang allmälig in das Innere der Brote ein. Sehr hoch ist der Aschengehalt der Brote. Derselbe läßt sich ungezwungen durch das Eindringen von Wasser in die Brote erklären, welches durch die vulcanische Asche sickernd mit Mineralstoffen beladen war. Leider ist die Asche der Brote nicht näher untersucht.

[1]) Compt. rend. 57, 475 u. 498; J. pr. Chem. 92, 14.

Brotprüfung.

Die Brotprüfung hat sich häufig auf dieselben Fälschungen der Materialien zu erstrecken, die schon oben bei der Mehlprüfung (Seite 79) besprochen wurden, es kann also auf dieses Capitel einfach verwiesen werden. Meistens ist es viel leichter, solche Fälschungen im Mehl, als im Brote zu erkennen, man thut daher in der Regel gut, wenn man auf Fälschungen der Materialien zu prüfen hat, sich von dem verwendeten Mehle ꝛc. etwas zu verschaffen und das zu untersuchen. Hier sollen nur noch einige Methoden angegeben werden, welche speciell zur Prüfung von Brot in Vorschlag gebracht wurden.

Sehr umfassende Untersuchungen über die Prüfung des Weizenbrotes stellte Rivot [1]) an. Es sei gestattet, seine Untersuchungsmethoden kurz zu schildern. Das zu prüfende Brot ist meistens zu untersuchen, ohne daß man die Natur des Mehls, die Fabrikationsweise, die Dauer des Backens, die Zeit, welche nach der Herausnahme des Brotes aus dem Ofen verstrichen ist, kennt. Die Resultate der Untersuchung sind daher nicht immer im Stande, ein genaues Bild von der Güte des frischen Brotes zu liefern, sie beziehen sich natürlich immer nur auf den Zustand des Brotes in dem Augenblicke der Untersuchung.

Ein Urtheil über die Güte des Brotes ist nach Rivot möglich durch folgende Beobachtungen:

1. Untersuchung der äußeren Beschaffenheit des Brotes, wie stark es gebacken ist, ob es nicht dicht und nicht zu großblasig erscheint, wie der Geruch, der Geschmack des Brotes ist und wie es sich beim Lagern verhält, ob es rasch oder langsam altbacken wird, erhärtet ohne Schimmelbildung u. s. w.

2. Bestimmung des hygroskopischen Wassers in der Krume und in der Rinde, also des Mengenverhältnisses der trocknen Substanzen, die das Brot enthält.

3. Einäscherung dieser beiden Theile, eines jeden besonders, und Berechnung der zu einer bestimmten Brotmenge benutzten Mehlquantität.

4. Analyse der Asche, quantitative Bestimmung des Salzes, Prüfung auf fremde absichtlich oder zufällig in das Brot gelangte Mineralkörper.

5. Untersuchung auf fremde Mehle.

Einige von diesen Punkten sind schon früher in dem Capitel über den Wassergehalt des Brotes, über das Mengenverhältniß von Rinde zu Krume, über die Berechnung der Ausbeute an Brot aus einer bestimmten Menge Mehl besprochen worden, auf alle diese Gegenstände noch einmal einzugehen ist daher nicht nothwendig. Aber die sehr zweckmäßige Eintheilung des hier zu behandelnden Capitels durch Rivot soll beibehalten, es sollen noch einige Nachträge zu den früheren Bemerkungen aus Rivot's Arbeit gegeben und dabei zugleich Bemerkungen über die Untersuchungen anderer Forscher eingefügt werden.

1. Bei der Beurtheilung der Qualität des Brotes berücksichtigt man hauptsächlich die Consistenz, den Geruch und den Geschmack der Krume und der Rinde.

---

[1]) Ann. chim. phys. [3] 47, 50; Dingl. pol. J. 143, 380, 441.

Man kann verschiedene Brote in dieser Hinsicht nur mit einander vergleichen, wenn sie unter gleichen Umständen, ziemlich gleiche Zeit nach dem Backen untersucht werden. Gewöhnlich bekommt man die Brote zur Prüfung, nachdem sie 12 bis 48 Stunden den Ofen verlassen haben.

Man thut gut, das zur Untersuchung gegebene Brot sofort zu wägen, dann durch einen Querschnitt in zwei möglichst gleiche Theile zu zerlegen und nun den einen Theil sofort wieder zu wägen. Diese Portion dient zur Bestimmung des Verhältnisses von Krume und Rinde, zur Wasserbestimmung, zur Aschenbestimmung. Der andere Theil des Brotes wird verwendet zur Untersuchung der äußeren Beschaffenheit.

Die äußere Erscheinung eines guten Brotes ist schon oben bei der Besprechung der Eigenschaften des Brotes (Seite 251) geschildert. Diese Erscheinung wird wesentlich verändert durch Beimischung von fremdem Mehl und durch Verwendung von verdorbenem Mehle.

Roggen, Bohnen, Buchweizen, Kartoffeln lassen sich meistens schon durch den Geschmack und den Geruch im Weizenbrot erkennen. Weizenbrot wird durch den Zusatz dieser fremden Mehle auch in der Regel dunkeler gefärbt. Kartoffelmehl macht die Krume des Brotes sehr feucht, erhält die Krume längere Zeit frisch. Mais färbt Weizenbrot stark gelb und bewirkt, daß das Brot sehr rasch trocknet, sehr rasch altbacken wird. Aehnlich wirkt Reis.

Sind diese Mehle in frischem, unverdorbenen Zustande benutzt, so verändern sie wohl den Geschmack des Brotes, machen ihn aber nicht gerade unangenehm; auch das altbackene Brot besitzt keinen unangenehmen Geschmack. Anders ist das, wenn verdorbenes Mehl verwendet wurde. Brot aus verdorbenem Weizenmehl ist dicht, schlecht aufgegangen, seine Krume ist sehr klebrig. Solches Brot hat auch einen unangenehmen Geruch und Geschmack und dieser verschlechtert sich noch beim Altbackenwerden des Brotes. Während Brot aus gutem Mehle langsam austrocknet und nur unter ungünstigen Verhältnissen rasch Schimmel erzeugt, verliert Brot aus verdorbenem Mehle seinen frischen Zustand sehr rasch und ist, auch wenn es an einem trocknen, luftigen Orte aufbewahrt wird, meistens schon nach etwa vier Tagen von Schimmel bedeckt.

Wenn nach diesen Beobachtungen der Verdacht vorliegt, daß Mehlgemische oder verdorbenes Mehl verbacken wurde, so ist es jedenfalls am zweckmäßigsten, man sucht etwas von dem Mehle, aus dem das Brot erzeugt wurde, zu erhalten und untersucht das nach den früher (Seite 79) besprochenen Methoden.

Ein wichtiger Punkt darf hier nicht übersehen werden. Um festzustellen, welche Qualität Mehl zum Brot benutzt wurde, hat man ein vorzügliches Hülfsmittel in der Bestimmung des Kleiengehaltes von Brot. Je größer der Gehalt an Getreidehülsen in dem Brote, um so geringer war die Qualität des Mehles, das verbacken wurde.

Für die Ermittelung des Kleiengehaltes haben Wetzel und van Hees [1]) eine Methode angegeben, die so gut für Mehl als für Brot Anwendung finden kann. 100 g der Substanz werden in einer Porcellanschale mit Wasser

[1]) Archiv f. Pharmacie [2] 67, 284; Chem. Centr. 1851, 838.

auf dem Wasserbade digerirt. Das Gelöste wird durch ein Haarsieb abgegossen, das noch nicht Gelöste zurück in die Schale gebracht, wieder mit Wasser behandelt und diese Operation fortgesetzt, bis die Flüssigkeit farblos abfließt. Der dann bleibende Rückstand wird bei 100° C. getrocknet und darauf gewogen. Wetzel und van Hees fanden, daß bei dieser Behandlung

100 Theile trockner Hülsen von 269 Theilen Roggenkleie und
100 „ „ „ „ 200 „ Weizenkleie geliefert werden.

Die Hülsen von Roggenkleie erscheinen dunkel, zähe und zusammengeschrumpft, während die von Weizenkleie zurückbleibenden Hülsen hellgelb, dünn und glatt sind.

100 Theile Roggenbrot lieferten bei der geschilderten Behandlung 13 Theile Hülsen. Reines Roggenbrot enthält demnach unter Berücksichtigung der eben gegebenen Zahlen 34,97 Proc. Kleie.

Aus den Untersuchungen von verschiedenen Roggenbroten, welche Wetzel und van Hees in den Jahren 1847 bis 1848 prüften, weil man damals bei den hohen Getreidepreisen absichtlich Kleie in das Mehl gebracht hatte, ergiebt sich unzweifelhaft, daß solches Kleienbrot zugleich eine größere Menge von Wasser enthält, als das Brot aus kleiefreiem Mehl [1]). Sie fanden, daß reines Roggenbrot mit normalem Kleiengehalt bei 44° R. getrocknet auf 3500 g Brot, 2110 g Trockensubstanz hinterließen. Andere Brotsorten gaben folgende Resultate: In der Tabelle bedeuten sämmtliche ganze Zahlen Gramme:

	1 Brotgewicht	2 Trockensubstanz	3 Mehrgehalt an Kleie	4 Mehrgehalt an Wasser	5 Scheinbare Mehrausbeute (3 + 4)
1	3250	2022	—	87,5	—
2	3375	1880	142	210	352
3	3330	1950	63	140	203
4	3420	1897	157	201,5	358,5
5	3500	2005	157	105	262
6	3500	2005	157	105	262
7	3465	1880	243	210	453
8	3515	2075	63	35	98
9	3345	1950	126	140	266
10	3545	2022	95	87,5	182,5
11	3443	2005	—	105	—
12	3545	1950	189	140	329

[1]) In Bezug auf scheinbare Mehrausbeute an Brot durch Benutzung von Kleie siehe auch oben Seite 133.

2. Ueber die Bedeutung des Wassergehaltes in Krume und Rinde für die Güte des Brotes, über die wichtige Rolle dieses Bestandtheiles bei dem Uebergange des Brotes in altbackenen Zustand ist oben schon genügend geredet; es ist auch schon angegeben, wie man ein Stück des Brotes von dem übrigen trennen muß, um eine Probe zu trocknen, welche den mittleren Wassergehalt des Brotes enthält. An einem passenden Brotstück trennt man also mit Hülfe eines scharfen Messers Rinde und Krume von einander, bestimmt von jedem das Gewicht, zerkleinert die beiden Massen und trocknet sie in Schalen, die in Trockenkästen auf 110 bis 115° C. erhitzt werden. Man muß die Temperatur langsam steigern, bis schließlich das angegebene Maximum erreicht ist und ein sechsstündiges Verweilen bei dieser Temperatur keinen Gewichtsverlust mehr bedingt. Bei dieser Erhitzung färbt sich allerdings die Krume etwas gelblich, aber an keiner Stelle darf dieselbe verkohlen oder an der Schale haften. Hat man schlechtes Brot zu untersuchen, so muß man noch vorsichtiger beim Trocknen verfahren, man darf dann die Temperatur nicht über 110° C. treiben, wenn man nicht Verluste an organischer Substanz erleiden will.

Die getrockneten Brote sind außerordentlich hygroskopisch, man muß die erhitzten Schalen in einem durch Schwefelsäure oder Chlorcalcium getrockneten Raume erkalten lassen und dann wägen, muß also vor der Wägung eine längere Berührung der trocknen Masse mit der atmosphärischen Luft vermeiden.

3. Gleich nach der Bestimmung des Gewichts der Trockensubstanz äschert man Krume und Rinde ein. Die Bedeutung des Aschengehaltes von Brot für die Ausbeute an Brot aus einer bestimmten Menge von Mehl ist schon oben erwähnt. Dazu kommt aber noch die große Wichtigkeit, die eine genauere Analyse der Brotasche hat für die Beantwortung der Frage, ob das Mehl mit mineralischen Substanzen gefälscht wurde, ob nicht zufällig solche Verunreinigungen in das Brot gerathen sind.

Hat man nun die Aufgabe, den Aschengehalt des Brotes zu ermitteln, so muß man die Einäscherung so vornehmen, daß keine Aschenbestandtheile verflüchtigt oder verstäubt werden und daß die Aschensalze nicht schmelzen und dadurch Kohle umhüllen und vor der Verbrennung schützen können. Beide Bedingungen werden erfüllt, wenn man bei möglichst niederer Temperatur die Einäscherung besorgt. Am besten gelingt das unter einer Muffel, die höchstens bis zur Dunkelrothgluth erhitzt ist. Namentlich im Anfange, so lange die organischen Substanzen unter Flammenbildung verbrennen, darf man die Temperatur nur sehr langsam steigern, um keine Verluste zu erleiden. Ist die Entwickelung brennbarer Gase nicht mehr zu beobachten, so schiebt man die Schale allmälig gegen die Rückwand der Muffel und neigt sie so, daß der Luftstrom, der durch die Muffel tritt, auf die Kohle in der Schale wirken kann. Man muß stets darauf achten, daß die Muffel nie hellrothglühend wird. Bemerkt man, daß die Asche anfängt zu sintern und Kohle zu umschließen, so thut man gut, die Muffel erkalten zu lassen, die kohlige Masse zu zerreiben und dann wieder bei niederer Temperatur die Verbrennung zu beginnen.

Die Brotasche ist in der Regel weiß, je heller sie ist, je freier sie von Kohle ist, um so sicherer ist das Resultat des Versuches. Gleich nach dem Erkalten wird die Asche in der Schale gewogen.

4. Für die Analyse der normalen Brotasche können hier die Vorschriften nicht gegeben werden, es mag genügen, hier darauf hinzudeuten, daß die Brotasche fast immer frei ist von Kohlensäure, daß sie meistens nur Spuren von Sulfaten enthält, daß der Chlorgehalt in der Regel bedingt ist durch den Zusatz von Kochsalz zum Brotteige. Normale Bestandtheile der Brotasche sind Phosphorsäure, Alkalien (namentlich Kali) und alkalische Erden (namentlich Kalk). In jedem Lehrbuche der analytischen Chemie sind Methoden angegeben, nach denen man solche Aschen analysiren kann. Mineralische Fälschungen des Mehles durch Schwerspath, Gyps, Kreide, Magnesium-Carbonat, Pfeifenthon, Knochenasche &c. werden die Aschenmenge über den oben (Seite 266 u. 267) angegebenen Normalgehalt (0,6 bis 0,8 Proc. des Brotes bei Weizenbrot, 1 bis 2 Proc. im Roggenbrot) steigern, die Natur der Fälschung ist dann natürlich auch rasch durch die Analyse der Asche zu erkennen.

5. Bei der Besprechung von fremden Beimischungen im Brot kann in Bezug auf die Vermengung verschiedener Mehlsorten auf das Capitel der Mehlprüfung verwiesen werden. Stärkekörner oder andere Bestandtheile des Getreides noch im Brot zu erkennen, ist kaum möglich; man muß, wenn ein derartiger Verdacht vorliegt, eine Probe von dem Mehle, aus dem das Brot bereitet wurde, der Untersuchung unterwerfen. Hier sollen nur noch einige mineralische Körper erwähnt werden, die man im Brote zuweilen gefunden hat. Dieselben sind zum Theil zufällig, zum Theil absichtlich in das Brot gelangt.

Auf eine zufällige Verunreinigung des Brotes durch giftige Metallverbindungen hat namentlich Vohl[1]) aufmerksam gemacht, indessen stehen seine Beobachtungen nicht vereinzelt da und dieser Punkt verdient entschieden die Aufmerksamkeit der Behörden, deren Aufgabe die öffentliche Gesundheitspflege ist. Vohl hatte nämlich wiederholt Gelegenheit zu constatiren, daß durch Benutzung von altem mit Oelfarben bestrichenen Bauholz oder alten präservirten Eisenbahnschwellen &c. zur Heizung des Ofens giftige Metalle in das Brot gebracht werden. Die giftigen Farben, mit denen Thüren, Fensterrahmen, Fensterläden, Wandbekleidungen &c. angestrichen, die Metallpräparate, mit denen Eisenbahnschwellen und anderes Bauholz vor Fäulniß geschützt werden, führen das Gift in den Ofen ein. Vohl fand namentlich in der unteren Kruste der Brote solche Metallverbindungen, die obere Kruste sowie das Innere der Brote war frei von denselben geblieben. In verschiedenen Fällen, in denen Vohl Blei, Zink, Kupfer, Barium in der Asche der Brote nachweisen konnte, wurde der Beweis geliefert, daß altes Bauholz zum Heizen des Ofens benutzt wurde. In einem besonders genau verfolgten Falle enthielt die Asche der Holzkohlen, welche aus dem Ofen gezogen wurden, um als Bäckerkohlen verkauft zu werden, 15 Proc. Bleioxyd, 3 Proc. Zinkoxyd, 1/2 Proc. Kupferoxyd und außerdem noch Baryt. Natürlich verbrannte ein Theil dieser Kohlen schon im Ofen und hinterließ seine Asche auf dem Herde

[1]) Dingl. pol. J. 182, 399.

Dieser muß nicht sorgfältig genug gereinigt sein, so daß der eingeschossene weiche Teig gerade auf seiner unteren Fläche diese giftige Asche in sich aufnehmen konnte. Aber auch andere Theile des Ofens tragen Anflüge von Metallverbindungen, der vom Gewölbe abgekratzte Beschlag enthielt viel Zinkoxyd. Also bei der Temperatur des Ofens nicht flüchtige oder schwer flüchtige Metallverbindungen können so in das Brot gelangen je nach ihrer Lage im Ofen. Arsenik und Quecksilber hat Bohl in keinem Brote nachweisen können, diese scheinen beim Verbrennen des Holzes im Ofen vollständig sich zu verflüchtigen. Schon oben aber wurde angedeutet, daß Arsenik in anderer Weise in den Teig kommen kann und dann im Brote bleibt [1]).

In richtiger Würdigung dieser Verhältnisse hat die preußische Regierung die Verwendung des genannten Holzes als Brennmaterial für Backöfen verboten.

Auch absichtlich werden indessen manche Metallsalze in das Brot gebacken, namentlich um aus schlechtem Mehl ein anscheinend gutes Brot erzeugen zu können. Schon oben (Seite 155 ff.) wurde darauf aufmerksam gemacht, daß Alaun und Kupfervitriol (nach Bohl und Eulenberg [2]) auch Zinkvitriol) als angebliche Brotverbesserungsmittel in Anwendung kämen. Zinkvitriol ist wohl nur aus Verwechselung mit Kupfervitriol zu dem angegebenen Zwecke benutzt worden, Kupfervitriol aber wurde nachgewiesenermaßen früher namentlich in Belgien ziemlich viel gebraucht, jetzt scheint seine Verwendung sehr selten geworden zu sein; endlich Alaun wird heute noch, besonders in England, in großen Mengen von den Bäckern gebraucht.

Namentlich in England haben sich die Methoden ausgebildet, um im Brot oder in der Brotasche diese Metallsalze zu erkennen.

Für die Nachweisung im Brot benutzt man dieselbe Methode, die oben (Seite 116) für die Erkennung dieser Salze im Mehl empfohlen wurde, nämlich die Einwirkung eines Auszuges von Campecheholz auf das Brot. Diese von Hadow zuerst angewandte Methode wurde von Horsley [3]) in der Weise empfindlich gemacht, daß er einen alkoholischen Auszug aus Campecheholz darstellte nach folgender Vorschrift: 1 Theil frisch geschnittene Blauholzspäne werden mit 20 Theilen Holzgeist 8 Stunden lang digerirt. Zu 150 cbcm destillirten Wassers fügt man 10 cbcm dieser Lösung und 10 cbcm einer gesättigten wässerigen Lösung von Ammoniumcarbonat. In dieses Reagenz legt man das Brot, läßt es 6 bis 7 Minuten mit demselben in Berührung, nimmt es dann heraus, preßt es etwas ab und läßt es ruhig liegen. Nach einer bis zwei Stunden zeigt sich eine blaue Farbe, wenn nur 7 Grains Alaun in einem vierpfündigen Brote enthalten waren (d. h. 0,03 Proc.). Da nun die Bäcker in England bei Benutzung von Alaun etwa 20 bis 30 Grains von diesem Salze auf das vierpfündige Laib verwenden, so reicht diese Reaction aus, um den Alaun im Brote zu erkennen; wenn ein Brot mit Campecheholzlösung diese Bläuung nicht zeigt, so kann man sicher sein, daß es keinen Alaun enthält. Umgekehrt aber kann man die Blau-

[1]) Siehe oben Seite 110 Hofmann's Untersuchungen von aëreted bread.
[2]) Dingl. pol. J. 197, 531. [3]) Chem. News 25, 230.



färbung nicht für ein sicheres Zeichen von der Anwesenheit des Alauns erklären, auch andere Salze, wie die von Eisen, Kupfer, oder auch Magnesiumcarbonat zeigen ein ähnliches Verhalten gegen das Reagenz. Allerdings sind die Färbungen bei Gegenwart von Verbindungen dieser Metalle etwas verschieden von der durch Thonerde, und es ist angegeben, daß man durch Zusatz von Schwefelwasserstoff die Bläuung durch Eisen und Kupferverbindungen vernichten könne, während die blaue durch Thonerde hervorgerufene Farbe durch Schwefelwasserstoff nicht verändert wird, indessen thut man jedenfalls gut, um zu sicheren Resultaten zu kommen, direct auf Aluminium zu prüfen und die Reaction mit dem Campecheholz nur als eine vorläufige zu betrachten.

Diese Prüfung ist nicht einfach. Wie schon erwähnt ist dieser Gegenstand namentlich von den „public analysts" in England bearbeitet worden. Alle die verschiedenen Methoden zu besprechen, die dort in Vorschlag kamen, würde hier viel zu weit führen. Es sei gestattet die Resultate einer Berathung der Vorstände der öffentlichen Laboratorien in England mitzutheilen, die am 5. Februar 1875 stattfand [1]).

Man muß sich klar werden über den Grad von Genauigkeit, den die Prüfung auf Thonerde gewähren soll. Wenn man 100 g Brot einäschert, so hinterlassen diese etwa 1,400 g Asche. Enthält nun das Brot z. B. 28 Grains Alaun im vierpfündigen Laib, so enthält es 0,1 Proc. Alaun und nur 0,011 Proc. Thonerde. Behandelt man die Asche mit Wasser, so bleiben etwa 0,250 g unlösliche Bestandtheile zurück, die Alkaliphosphate gehen in Lösung. In diesen 0,250 g sind nun die Phosphate von Kalk, Magnesia, Eisenoxyd und Thonerde neben Kieselsäure vorhanden, es ist die Aufgabe das Aluminiumphosphat von den übrigen Körpern zu trennen. Den oben angenommenen 0,011 g Thonerde entsprechen 0,027 g Aluminiumphosphat. Früher hat man die Löslichkeit der Aluminiumverbindungen in ätzenden Alkalien zur Trennung von den übrigen in Aetzkali nicht löslichen Substanzen benutzt. Der in Wasser nicht lösliche Theil der Asche wurde mit Salzsäure abgeraucht, und, um die Kieselsäure unlöslich zu machen, scharf getrocknet, dann der Rückstand wieder mit Salzsäure behandelt und die Kieselsäure auf einem Filter gesammelt. Die saure Lösung wurde darauf mit Aetzkali versetzt und gekocht, es löste sich in demselben nun das Aluminiumphosphat auf, das durch Chlorammonium oder Salzsäure und Ammoniak aus der filtrirten Lösung gefällt wurde. Indessen ist diese Methode in neuerer Zeit verlassen, das durch das Aetzkali gefällte Calciumphosphat ist gelatinös und hält auf dem Filter die Lösung von Aluminiumphosphat in Aetzkali so fest, daß man unmöglich die Gesammtmenge der Thonerde in das Filtrat bringen kann.

Jetzt benutzt man meistens die von Dupré [2]) angegebene Methode, welche auf der Unlöslichkeit des Aluminiumphosphates in Essigsäure beruht. Wanklyn führt diese Vorschrift in folgender Weise aus. 100 g Brot werden in einer Platinschale bei möglichst niederer Temperatur verbrannt, diese Operation muß etwa 4 bis 5 Stunden dauern. Der Rückstand enthält immer noch etwas Kohle, seine Menge soll aber 2 g nicht überschreiten. Die Asche wird mit 3 cbcm

[1]) Chem. News 31, 66. [2]) Chem. News 29, 233.



starker Salzsäure befeuchtet, darauf mit 30 cbcm destillirten Wassers versetzt, gekocht und filtrirt. In dieser Weise soll die Kieselsäure abgeschieden werden. Sicherer geht man jedenfalls, wenn man nach dem Zusatz der Salzsäure noch einmal zur Trockne verdampft, um die Kieselsäure ganz unlöslich zu machen. Um ja zu verhüten, daß Thonerde durch zu starkes Glühen der Asche so unlöslich werde, daß sie bei der Kieselsäure bleiben könnte, kann man die Asche mit einem Alkalicarbonat schmelzen und dann mit Salzsäure aufschließen. Das in jedem Falle erhaltene saure Filtrat wird mit 5 cbcm Ammoniak (0,880 specif. Gewicht) versetzt, wodurch eine Trübung durch die Abscheidung von Phosphaten eintritt. Die trübe Flüssigkeit wird nun mit 20 cbcm starker Essigsäure vermischt. Die Hälfte dieser Säure muß ausreichen, um der Lösung eine saure Reaction zu ertheilen, man muß also sicher sein, einen Ueberschuß an Essigsäure angewandt zu haben. Die Lösung wird nun endlich gekocht und dann filtrirt, nur die Phosphate von Aluminium und von Eisenoxyd bleiben auf dem Filter. Der Niederschlag wird geglüht und gewogen. Um den kleinen Eisengehalt in der Fällung zu bestimmen, kann man den Niederschlag wieder in Salzsäure lösen, mit Zink reduciren und das Eisenoxydul mit Chamäleon titriren; oder man kann die salzsaure Lösung mit Ferrocyankalium versetzen und die Färbung colorimetrisch zur Eisenbestimmung benutzen. — Nach Boussingault beträgt der Eisengehalt im Weizenbrot nur 0,0048 Proc.

Directe Versuche zeigten, daß auch nicht mit Alaun gefälschtes Brot bei der obigen Behandlung eine kleine Menge von Aluminiumphosphat liefere; im Maximum aber entsprach dessen Menge 0,022 g Alaun auf 100 g Brot oder 6 Grains auf ein vierpfündiges Laib. Man findet also den Gehalt an Aluminiumphosphat in der Asche immer etwas höher, als er dem Alaunzusatz entspricht. So erhielt z. B. Wanklyn, als er auf 100 g Brot so viel Alaun zusetzte, daß

0,024 g Aluminiumphosphat geliefert werden sollten, statt dessen 0,026 g
0,041 „ „ „ „ „ „ „ 0,048 „
0,095 „ „ „ „ „ „ „ 0,110 „

Bei der Berechnung der dem Brot zugesetzten Alaunmenge muß man berücksichtigen, daß 122,5 Theile Aluminiumphosphat 474,6 Kalialaun und 453,5 Ammoniakalaun entsprechen.

Die von verschiedenen Seiten versuchte Bestimmung des Alauns durch Ermittelung des Schwefelsäuregehaltes der Asche führte zu ganz falschen Resultaten, die Asche des reinen Mehles enthält zu wechselnde Mengen von Sulfaten.

Zur Bestimmung des Kupfergehaltes im Brot verfährt man nach F. Donny [1]) in folgender Weise: Die abgewogene Brotmenge wird mit dem gleichen Gewichte concentrirter Schwefelsäure zwei Stunden lang macerirt und dann erhitzt, bis sich eine trockne bröckelige Kohle bildet. Diese wird in einer Porcellanschale unter der Muffel eingeäschert. Die Asche wird mit Salpetersäure ausgezogen, die Lösung unter Zusatz von etwas Schwefelsäure abgedampft, dann mit Wasser verdünnt und nun in einer Platinschale durch einen schwachen galva-

1) Compt. rend. 47, 562.

nischen Strom das Kupfer abgeschieden. Nach dem Waschen und Trocknen der Schale wird das Kupfer in derselben gewogen (63,4 Theile Kupfer entsprechen 249,4 Theilen Kupfervitriol). Bei sehr kleinen Mengen wird das Kupfer in neutrales Nitrat verwandelt und die in dieser Lösung durch Ferrocyankalium hervorgebrachte Färbung mit derjenigen verglichen, welche dieses Reagenz in einer Kupferlösung von bekanntem Gehalt hervorbringt. In dieser Weise soll man noch $^1/_{40}$ mg Kupfer erkennen können.

Spuren von Kupfer sollen übrigens in jedem Mehle vorkommen, Donny fand in verschiedenen reinen Mehlsorten in 1 kg Substanz 0,0011 bis 0,0033 g Kupfer, in 1 kg Kleienmehl 0,0034 g, in 1 kg guten Brotes 0,007 bis 0,015 g dieses Metalls. In 1 kg Commisbrot und schlechten Brotsorten fand er 0,015 bis 0,0208 g Kupfer.

Aehnlich verfährt man zur Bestimmung von Zink im Brot. Auch hier wird unter Anwendung von concentrirter Schwefelsäure verkohlt. Die Kohle wird mit Wasser ausgelaugt und diese Lösung in einer Platinschale verdampft, bis keine Schwefelsäure mehr entweicht. Der Rückstand wird mit einigen Tropfen concentrirter Salzsäure befeuchtet, erwärmt, mit Wasser verdünnt und filtrirt. Die saure Lösung versetzt man mit Natriumacetat bis zur bleibenden Trübung, darauf säuert man mit Essigsäure an, filtrirt und fällt aus der essigsauren Lösung das Zink durch Schwefelwasserstoff. Zur quantitativen Bestimmung führt man das Schwefelzink in gewöhnlicher Weise in das Carbonat über, welches beim Glühen Zinkoxyd hinterläßt (81 Theile Zinkoxyd entsprechen 287 Theilen Zinkvitriol).

Das Brot als Nahrungsmittel.

Um die Bedeutung des Brotes für die Ernährung des menschlichen Körpers gehörig würdigen zu können, ist es nöthig, hier in wenigen Worten vor Allem die Gesetze zu erwähnen, welche allgemein dem Ernährungsproceß des Menschen zu Grunde liegen.

Die Zufuhr von Nahrung hat den Zweck, den Verlust an Körperbestandtheilen zu decken, welchen der menschliche Organismus durch Ausgabe an festen, flüssigen und gasförmigen Excreten erleidet. Dieser Verlust muß in Qualität und Quantität wenigstens gedeckt werden, wenn der Körper gesund und kräftig erhalten werden soll. Nur dieses Minimum der Nährstoffzufuhr soll hier berücksichtigt werden, es wird also bei den folgenden Betrachtungen vorausgesetzt, daß die Ernährung eines erwachsenen Mannes von gesunder Natur besprochen wird, der bei mäßiger Arbeit seinen Körper ungeschwächt erhalten soll.

Eine wissenschaftliche Beantwortung der Frage, welche Nahrung und wie viel von derselben ein erwachsener Mensch genießen soll, ist erst in neuester Zeit versucht worden, früher hat man die Erfahrung allein zu Rathe gezogen. Die Erfahrung war allerdings ein zuverlässiger Führer. Wie der Mensch durch innere Ursachen gezwungen ist, zu athmen, so treibt ihn auch der Hunger und der Durst dazu, Nahrung zu nehmen, und das mehr oder weniger befriedigte Gefühl des Wohlbehagens bei dieser oder jener Speise hat die Menschen dahin gebracht, für

jedes Klima und Alter, jede Beschäftigung und Körperbeschaffenheit die richtige Speise zu wählen.

Wie weiter unten näher besprochen wird, sind aber doch ganze Bevölkerungen in der Wahl ihrer Speise irre geführt worden, und so ist es ein großes Verdienst, welches sich unter Anderen namentlich Pettenkofer und C. Voit in München erworben haben, durch exacte Versuche für die Zusammensetzung und die Menge der Speise eine wissenschaftliche Begründung aufgestellt zu haben.

Man weiß schon längst, daß ein Gemisch von stickstoffhaltigen und stickstofffreien Substanzen die beste Nahrung für den Menschen ist, ein Gemisch von eiweißartigen Stoffen einerseits, Fett und Kohlehydraten andererseits. Diese Verhältnisse sind einfach durch chemische Analysen festzustellen gewesen. Die Frage aber nach der Quantität, die von den einzelnen Bestandtheilen des Gemisches dem menschlichen Organismus geboten werden muß, läßt sich nur durch directe Beobachtung, durch Versuche mit Menschen beantworten. Solche Versuche sind nun schon von jeher im Großen da angestellt, wo eine größere Anzahl von Menschen gespeist werden muß, in Casernen, Gefängnissen, auf Schiffen u. s. w. Die Mittelzahlen, zu denen man in solchen Anstalten kam, können indessen auf wissenschaftliche Genauigkeit keinen Anspruch machen. Wirklich wissenschaftliche Studien über den vorliegenden Gegenstand waren erst möglich nach der höchst sinnreichen Construction des Respirationsapparates von Pettenkofer[1]). Thiere und Menschen können in einem solchen Apparate tagelang eingeschlossen leben, sie können ihre gewöhnlichen Arbeiten ohne Störung ausführen und während dieser Zeit wird dann genau beobachtet, welche Substanzen und zugleich in welchen Quantitäten dieselben in den Körper eingeführt und von demselben ausgegeben werden. Derartige Versuche haben Pettenkofer und Voit vielfach an Menschen angestellt. Die Resultate dieser Untersuchungen sind in den Sitzungsberichten der königlich bayerischen Akademie in München, sowie in der Zeitschrift für Biologie niedergelegt. Hier sollen sie nur erwähnt werden, so weit sie für den vorliegenden Zweck nöthig sind.

Der Mensch genießt als Nahrungsstoffe das stickstoffreiche Eiweiß (in Form von Fleisch, Hülsenfrüchten 2c.), die stickstofffreien Fette, die ebenfalls keinen Stickstoff enthaltenden Kohlehydrate (Stärke, Zucker 2c.), Wasser und Salze. Das Verlangen nach Wasser kann leicht gestillt werden, ein richtiges Gemisch von Eiweiß und stickstofffreien Nahrungsmitteln führt dem Körper auch in der Regel die genügende Menge von Salzen zu, es sind also nur die Mengen von Eiweiß, Fett und Kohlehydraten zu ermitteln, die der Mensch täglich in der Nahrung zu sich nehmen muß.

Man erhält Anhaltspunkte für diese Bestimmung durch Feststellung der Quantitäten Stickstoff und Kohlenstoff, die ein Mensch während 24 Stunden abscheidet; diese Menge muß wenigstens wieder ersetzt werden, wenn der Körper gesund bleiben soll. Nach den Beobachtungen von Voit und Pettenkofer sondert ein erwachsener Mann im Durchschnitt 16,3 g Stickstoff im Harn, 2 g im Koth in 24 Stunden aus, in Summa also 18,3 g Stickstoff. Da nun trocknes Eiweiß 15,5 Proc. Stickstoff enthält, muß ein erwachsener Mann 118 g Eiweiß (trocken gedacht) täglich seinem Körper zuführen, um jenen Verlust an Stickstoff

[1]) Annalen der Chemie und Pharmacie 2. Supplementband, S. 1.



zu ersetzen. Für die Berechnung der Menge von Kohlehydraten und Fetten, die ein Mensch täglich genießen soll, kann man eine Grundlage finden in der Menge Kohlenstoff, die er in 24 Stunden aus dem Körper ausscheidet. Diese beträgt im Harn durchschnittlich 13 g, im Koth 15 g, in der ausgeathmeten Luft aber 190 bis 330 g, je nachdem der Mensch ruht oder stark arbeitet. Man kann annehmen, daß ein erwachsener Mann bei mäßiger Arbeit täglich 300 g Kohlenstoff ausathmet, in Summa also 300 + 13 + 15 = 328 g Kohlenstoff aus seinem Körper verliert, mithin so viel von diesem Elemente in assimilirbarer Form dem Organismus wieder zuführen muß. Da nun in den 118 g Eiweiß schon 63 g Kohlenstoff enthalten sind, so hat ein erwachsener Mann täglich so viel stickstofffreie Nahrung zu genießen, daß er durch dieselbe 328 — 63 = 265 g Kohlenstoff in den Körper bringt.

Es ist nun sehr interessant, daß diese aus exacten Versuchen geschlossenen Forderungen von Voit wesentlich übereinstimmen mit den Mengen, welche man nach zahlreichen Erfahrungen für die Ernährung eines Mannes täglich gebraucht.

Nach Playfair erhält der englische Soldat

im Frieden	119 g	Eiweiß	und	in	Summa	330 g	Kohlenstoff
bei großer Anstrengung .	153 „	„	„	„	„	360 „	„

Nach Moleschott bedarf ein Arbeiter

130 g Eiweiß und in Summa 313 g Kohlenstoff.

Nach Kirchner erhält der preußische Soldat

in der kleinen Friedensportion	97 g	Eiweiß	und	in	Summa	273 g	Kohlenstoff
„ „ großen „	117 „	„	„	„	„	325 „	„
„ „ kleinen Kriegsportion	131 „	„	„	„	„	342 „	„
„ „ großen „	154 „	„	„	„	„	384 „	„

Der französische Soldat erhält

im Frieden	112 g	Eiweiß	und	in	Summa	327 g	Kohlenstoff
„ Kriege	131 „	„	„	„	„	318 „	„

Der österreichische Soldat erhält

im Frieden	114 g	Eiweiß	und	in	Summa	333 g	Kohlenstoff
„ Kriege	129 „	„	„	„	„	381 „	„

Der Auswanderer auf Hamburger Schiffen erhält

103 g Eiweiß und in Summa 316 g Kohlenstoff.

Der Auswanderer auf englischen Schiffen erhält

121 g Eiweiß und in Summa 303 g Kohlenstoff.

Aus dieser Tabelle ergiebt sich im Mittel pro Tag

124 g Eiweiß und in Summa 329 g Kohlenstoff,

Zahlen, welche hinreichend mit den Forderungen von Voit übereinstimmen, wenn man bedenkt, daß diese Zahlen von Voit das Minimum der Nährsubstanzen bezeichnen sollen, während die meisten Zahlen der obigen Tabelle nicht gerade unter Verhältnissen festgestellt wurden, bei denen nur die Erhaltung der Leistungsfähigkeit des Körpers angestrebt wurde.

Nur sehr wenige Nahrungsmittel sind nun so glücklich zusammengesetzt, daß sie direct als rationelle Nahrung zu betrachten sind, nur wenige Nahrungsmittel können für sich allein benutzt werden zur Erhaltung des menschlichen Körpers. Man kann dreist behaupten, daß der Mensch sich am besten mit einem Gemisch von Nahrungsmitteln ernährt, mit einem Gemenge von stickstoffreichen und stickstofffreien Substanzen.

Zum Beweis dieses Satzes mögen hier einige Zahlen folgen, welche angeben, wie viel man von den einzelnen Nahrungsmitteln genießen müßte, um dem Körper die pro Tag nothwendigen 118 g Eiweiß und in Summa 328 g Kohlenstoff zuzuführen.

118 g Eiweiß werden geliefert von:		328 g Kohlenstoff sind enthalten in:	
Käse	272 g	Fett	428 g
Erbsen	520 „	Stärke und Zucker	738 „
Ochsenfleisch	538 „	Maismehl	801 „
Eier (18 Stück)	905 „	Feines Weizenmehl	870 „
Maismehl	989 „	Reis	896 „
Feines Weizenmehl	1146 „	Erbsen	919 „
Schwarzbrot	1430 „	Käse	1160 „
Reis	1868 „	Schwarzbrot	1346 „
Milch	2905 „	Ochsenfleich	2620 „
Kartoffeln	4575 „	Kartoffeln	3124 „
Weißkraut	7625 „	Milch	4652 „
		Weißkraut	10650 „

Aus dieser Tabelle ergiebt sich, daß es z. B. leicht wäre, durch den Genuß von 538 g Ochsenfleisch dem Körper die nöthige Eiweißmenge zuzuführen. Wollte man aber durch dieses Nahrungsmittel dem Organismus die Gesammtmenge des nothwendigen Kohlenstoffs bieten, so müßte man über 5 Pfund von demselben täglich essen, natürlich unter unverantwortlicher Verschwendung von Eiweiß.

Anders verhält es sich mit Weizenmehl. Wollte der Mensch durch Genuß desselben die ganze Menge des nöthigen Eiweißes in seinen Organismus einführen, so würde er zugleich eine viel zu bedeutende Menge von stickstofffreien Körpern verzehren.

Kartoffeln in der Quantität von 4575 g genommen, liefern die gehörige Menge von Eiweiß in den Körper, zugleich aber auch eine viel zu große Menge von Kohlenstoff, die natürlich unbenutzt durch den Organismus wandern würde. Und doch findet diese Ernährung in Irland statt, wo ein Mann 4300 g, ein Weib

3400 g Kartoffeln täglich genießt und dabei doch nur sehr kümmerlich sich ernährt. Geradezu Verschwendung wäre es, sich mit Weißkraut ernähren zu wollen, ganz abgesehen davon, daß wohl kein Magen im Stande wäre, die zur Ernährung nöthigen 10 Kg von diesem Nahrungsmittel zu bewältigen.

Ganz allgemein findet man die nach diesen Betrachtungen allein rationell zu nennende Ernährung des Menschen durch Genuß von stickstoffhaltigen und stickstofffreien Nahrungsmitteln durchgeführt. Wenn auch häufig behauptet wird, daß manche südliche Völker fast ganz von Reis oder Mais leben, so ist das bei genauer Betrachtung doch nicht der Fall. Der Italiener ergänzt seine, zum großen Theil aus Mehlspeisen bestehende Nahrung durch Käse; die Chinesen genießen zu ihrem Reis bedeutende Mengen von Erbsen, bei angestrengter Arbeit auch Fische; die Irländer und die Bewohner des norddeutschen Flachlandes essen zu ihren Kartoffeln Häringe und Sauermilch.

Die rationelle Nahrung des Menschen soll Eiweiß und stickstofflose Nahrungsmittel in bestimmtem Verhältniß enthalten. Betrachtet man Stärke als Hauptrepräsentanten der stickstofffreien Nahrungsmittel, drückt man die Summe der stickstofffreien Nahrung in Stärke aus, so läßt sich leicht ermitteln, in welchem Verhältniß Eiweiß und Stärke in dem richtigen Gemisch enthalten sein sollen. Nach den obigen Betrachtungen von Voit sollte ein Mann in 24 Stunden 118 g Eiweiß und außerdem noch 265 g Kohlenstoff in stickstofffreier Substanz (Stärke) genießen. Da nun trockne Stärke 44,4 Proc. Kohlenstoff enthält, so werden die 265 g Kohlenstoff geliefert von 597 g Stärke. So ergiebt sich, daß die stickstoffhaltige und stickstofffreie Nahrung in dem Mengenverhältniß 118 : 597 oder rund 1 : 5 stehen soll. Durch Ernährungsversuche an Thieren und Menschen ist man zu einem Verhältniß der beiden Classen von Nährsubstanzen gekommen, welches dem hier gefundenen sehr nahe steht, man nimmt gewöhnlich als Grenzen für dieses Verhältniß 1 : 4 und 1 : 6 an. Das gilt natürlich nur für den gesunden erwachsenen Mann, dessen Körperzustand bei mäßiger Arbeit erhalten werden soll. Für Kinder oder körperlich sehr in Anspruch genommene Erwachsene wird das Verhältniß ein anderes sein, doch darauf näher einzugehen ist hier nicht der Ort.

Nach Feststellung dieser Thatsachen wird man leicht im Stande sein, sich ein selbständiges Urtheil zu bilden über den Werth von Getreidekörnern, Mehl und Brot als Nahrung für den menschlichen Körper.

Nach den oben mitgetheilten Analysen weichen die zum Brotbacken vorzugsweise benutzten Getreidesorten, Weizen und Roggen, nur wenig von einander in der chemischen Zusammensetzung ab, die ganzen Körner enthalten im Durchschnitt 10 bis 15 Proc. Eiweißkörper auf 63 bis 70 Proc. Kohlehydrate. Stickstoffhaltige und stickstofffreie Nährsubstanzen stehen in den ganzen Getreidekörnern in dem Verhältniß 1 : 6. Diese Samen sind also sehr glücklich zusammengesetzt für die Ernährung des menschlichen Körpers, durch den täglichen Genuß von etwa 2,5 Pfund zerkleinerten Getreides könnte man dem Organismus die genügende Menge von Nährstoffen bieten.

Fast immer wird aber das von der Kleie befreite Mehl zu Brot verbacken. Da nun, wie früher schon wiederholt angegeben wurde, gerade die äußeren Schichten des Getreidekornes reich an Eiweißkörpern sind, so ist das Verhältniß der stickstoff-

haltigen zu stickstofffreien Nährstoffen in dem gebeutelten feinsten Mehle ein ungünstigeres, als im ganzen Getreidekorne. Feines weißes Mehl enthält etwa 9 Proc. Eiweißkörper auf 72 bis 76 Proc. stickstofffreie Substanzen, hier ist demnach das Verhältniß der beiden Classen der Nährstoffe 1 : 8 oder 1 : 8,5; feines Weizenmehl ist demnach nicht im Stande, dem Menschen in richtigem Verhältnisse die Nährstoffe zuzuführen, es müssen mit dem Brote aus feinem Mehle zugleich stickstoffhaltige Substanzen genossen werden, um eine Mischung von richtiger Zusammensetzung in den Körper zu bringen.

Die Kleie dagegen enthält die Nährstoffmassen nahezu in dem Verhältniß 1 : 4, so daß man geneigt sein könnte, diese Substanz als sehr stickstoffhaltige Nahrung dem Brote von feinem Mehle zuzusetzen. Wiederholt ist daher von den verschiedensten Seiten der Genuß von Brot, welches aus dem ganzen Getreide bereitet wird, als allein rationell bezeichnet worden.

Früher (Seite 131) war schon Gelegenheit, die Verwendung der Kleie in der Brotbäckerei zu besprechen. Es wurde damals darauf hingewiesen, daß die chemische Analyse allein nicht entscheidend sein könnte zur Beurtheilung der Frage, welche Substanzen am geeignetsten wären, dem Menschen als Nahrung zu dienen. Bei den bisherigen Betrachtungen ist aber nur auf die chemische Zusammensetzung des Mehles und des Getreides Rücksicht genommen, es ist außer Acht gelassen, ob unser Organismus auch im Stande sei, die in dem Brote aus Mehl oder aus dem Pulver vom ganzen Getreide enthaltenen Nährstoffe in gleich leichter Weise aufzunehmen. Darüber konnten nur Versuche an Menschen entscheiden.

Schon im Jahre 1789 stellte William Stark Versuche an sich an über den Nährwerth des Brotes. Er lebte 42 Tage lang täglich von 566 bis 849 g Brot und nahm während dieser Zeit um 17 Pfund an Körpergewicht ab. Bei einer zweiten Versuchsreihe aß er täglich 736 bis 962 g Brot, aber zugleich 113 bis 226 g Zucker. Auch bei dieser Nahrung verlor sein Körper in 28 Tagen 3 Pfund an Gewicht. Dagegen nahm sein Körpergewicht zu, als er täglich 849 g Brot und 1800 g Milch genoß. Aus diesen Beobachtungen geht dasselbe hervor, was oben aus der chemischen Zusammensetzung des Brotes geschlossen wurde, das Brot ist zu arm an Eiweiß, um für sich dem Menschen als Nahrung dienen zu können.

Genauere Versuche über den vorliegenden Gegenstand hat auf Voit's Veranlassung und in dessen Laboratorium G. Meyer angestellt. Wenn die Resultate [1]) auch noch nicht ganz ausreichen zur abschließenden Beantwortung der Frage, so geben sie doch schon Veranlassung zu außerordentlich interessanten Schlüssen. Es wird daher gestattet sein, hier mit kurzen Worten das Wesentlichste dieser Resultate mitzutheilen.

Meyer suchte zunächst die Frage zu beantworten, von welcher der gebräuchlichsten Brotsorten bei Verzehrung gleicher Mengen Trockensubstanz am meisten aus dem Darm im Körper aufgenommen würde. Er benutzte bei seinen Versuchen Horsford-Liebig'sches Roggenbrot aus der Fabrik von Rauber und Hänlein in München, Münchener Roggenbrot (aus Roggenmehl und geringen Sorten von

[1]) Zeitschrift für Biologie 1871, 1.

Weizenmehl gebacken), weißes Weizenbrot (Semmel) und endlich Brot von ganzem Korn (pumpernickelartiges Schwarzbrot aus der Gegend von Oldenburg).

Das Versuchsindividuum war ein mit vorzüglichen Verdauungsorganen versehener kräftiger junger Mann. Er kannte alle vier Brotsorten aus eigener Erfahrung. Mit jedem Brot [1]) wurde die Ernährung 4 Tage lang fortgesetzt. Das Brot war stets am Tage vor dem Genusse gebacken, mit Ausnahme des Pumpernickels, der gleich in größerer Menge bezogen wurde. Die Rinde des Brotes wurde stets entfernt, damit ein gleichmäßiger, leicht zu controlirender Gehalt an Wasser und damit natürlich auch an Trockensubstanz durch das Brot in den Körper eingeführt wurde.

So viel Brot, daß der Organismus des Individuums damit vollständig hätte ernährt werden können, konnte nicht gegessen werden, der Mann war bei einigen Versuchen kaum im Stande, die ihm gebotenen etwa 800 g Brot im Tage zu essen. Durch Versuche an Hunden war schon erkannt, daß bei starkem Brotgenuß eine bedeutende Wasseraufnahme stattfindet. Daher wurde bei den Versuchen am Menschen täglich 2 Liter Bier mit dem Brote gegeben, außerdem wurden 50 g Butter pro Tag zu dem Brote gegessen.

An dem jedem ersten Versuchstage voraus gehenden Tage nahm das Individuum Mittags die letzte Mahlzeit, ausschließlich aus Fleisch bestehend und hungerte dann bis zum Beginne des Versuchs in der Frühe des folgenden Tages. Am letzten Versuchstage wurde die letzte Brotportion am Nachmittage zwischen 3 und 4 Uhr gegessen und nachher gehungert bis zum anderen Morgen, wo eine nur aus Fleisch bestehende Mahlzeit genommen wurde. In dieser Weise gelang es, die stets weichen breiigen Kothausscheidungen während des Versuches sehr scharf abzugrenzen von dem immer festeren, wasserärmeren Fleischkoth.

Jeden Tag wurde nun genau controlirt, wie viel Brot gegessen, wie viel Koth ausgegeben wurde, durch chemische Analysen des Brotes einerseits, des Kothes andererseits, wurde ermittelt, wie viel Wasser, Stickstoff und Asche im Brot, wie viel von diesen Bestandtheilen im Koth enthalten war. So ließ sich feststellen, wie viel von der Trockensubstanz (und zwar wie viel von den Bestandtheilen derselben) vom Organismus resorbirt war. Bei diesen Analysen wurde auf den Stärkegehalt, den Gehalt des Brotes und des Kothes an stickstofffreien Bestandtheilen keine Rücksicht genommen. Bei der quantitativen Bestimmung des Stärkemehls im Kothe war einige Schärfe nicht zu erzielen.

Es mag genügen, hier die Hauptresultate der vier Versuchsreihen mitzutheilen, auf die Einzelheiten der Beobachtungen einzugehen, würde zu weit führen. Erwähnt mag nur sein, daß der Mann im Stande war von dem Horsford-Liebig'schen Brote täglich 800 g zu verzehren, vom Münchener Roggenbrot 816,7 g, vom Weißbrot 736,2 g, vom Pumpernickel 756 g. Nur vom Mün-

[1]) Natürlich kann hier nur von Versuchen der Ernährung mit Brot die Rede sein, es sind die hier erhaltenen Resultate nicht auch zutreffend bei einer anderen Art der Speisebereitung aus Mehl. Beispielsweise mag erwähnt werden, daß die Ausnutzung der Nährstoffe des Mehles im Organismus viel günstiger ist bei dem Genuß von dichten und hefefreien Nudeln, Knödeln, Schmarren, als wenn man es als lockeres im Darmcanal leicht in Gährung übergehendes Brot ißt.

chener Schwarzbrot wurden die letzten Bissen mit Widerwillen genommen, die übrigen Brotsorten wurden mit Appetit gegessen. Bei den Versuchen mit den ersten drei Brotsorten fühlte das Individuum stets heftigen Hunger, der namentlich am letzten Tage jeder Versuchsreihe nahezu unerträglich wurde, nur der Pumpernickel sättigte vollständig, so daß kein intensives Hungergefühl auftrat.

Bei allen Versuchen war die Menge des ausgeschiedenen Kothes viel größer, als bei Genuß von Fleischkost. Das ist größtentheils bedingt durch die große Geschwindigkeit, mit der Brot den Körper durchläuft. Brotkoth erscheint in der Regel etwa 20 Stunden nach der Aufnahme des Brotes, während es bei Fleischkost meist 3 bis 4 Tage bis zur Kothentleerung dauert.

In den folgenden Tabellen sind die Resultate der Versuche von Meyer übersichtlich zusammengestellt. In denselben bedeutet Nro. 1 Horsford-Liebig'sches Brot, Nro. 2 Münchener Roggenbrot, Nro. 3 Semmel, Nro. 4 Pumpernickel.

Procentiger Wasser-, Stickstoff- und Aschegehalt.

Nummer	Brot			Koth		
	Wasser	Stickstoff im trocknen	Asche im trocknen	Wasser	Stickstoff im trocknen	Asche im trocknen
1	45,4	1,89	5,65	80,4	5,57	18,62
2	46,3	2,39	4,12	83,4	5,27	12,49
3	40,3	2,01	2,28	84,9	7,06	12,14
4	44,1	2,22	1,93	83,5	4,83	9,65

Menge der verzehrten, im Kothe ausgeschiedenen und im Darm resorbirten Stoffe.

Nummer	Verzehrt			Ausgeschieden			Resorbirt		
	Feste Theile	Stickstoff	Asche	Feste Theile	Stickstoff	Asche	Feste Theile	Stickstoff	Asche
1	436,8	8,66	24,68	50,5	2,81	9,41	386,3	5,85	15,27
2	438,1	10,47	18,05	44,2	2,33	5,50	393,9	8,14	12,55
3	439,5	8,83	10,02	25,0	1,76	3,03	414,5	7,07	6,99
4	422,7	9,38	8,16	81,8	3,97	7,89	340,9	5,41	0,17

Von 100 verzehrten Theilen wurden im Koth ausgegeben:

Nro.	Feste Theile	Stickstoff	Asche
1	11,5	32,4	38,1
2	10,1	22,2	30,5
3	5,6	19,9	30,2
4	19,3	42,3	96,6

Aus diesen Tabellen ergeben sich nun höchst interessante Schlüsse.

Man erkennt sofort, wenn man den etwas ungleichen Stickstoffgehalt der beiden ersten Brotsorten beachtet, eine ziemliche Uebereinstimmung der Zahlen, welche bei den Versuchen mit Horsford-Liebig'schem Brot und Münchener Schwarzbrot erhalten wurden. Die Versuche erlauben daher keinen günstigen Schluß auf den Genuß des Horsford-Brotes. Die Menge des trockenen Kothes ist bei dem Horsford-Brot größer, als bei Münchener Roggenbrot, ebenso die absolute und procentige Menge des im Kothe weggehenden Stickstoffs und der Asche. Von dem Horsford-Liebig'schen Brote werden im Darm nicht mehr feste Theile, nicht mehr Stickstoff resorbirt, als von dem gewöhnlichen Roggenbrot.

Ungleich günstiger sind die Verhältnisse beim Genuß von weißem Weizenbrot. Bei der gleichen Menge von verzehrter Trockensubstanz erscheint nur die Hälfte des trockenen Kothes, als bei den beiden ersten Versuchen, namentlich die stickstoffhaltigen Substanzen werden aus Weizenbrot viel energischer resorbirt, als aus Roggenbrot.

Endlich beim Genuß von Pumpernickel erscheint die bei weitem größte Menge von trocknem Koth, drei mal so viel, als bei dem Genuß von Weißbrot. Dieser Pumpernickelkoth enthält über 42 Proc. der in den Körper eingeführten Menge stickstoffhaltiger Substanzen, aus Pumpernickel wird also von allen Brotsorten die kleinste Menge von Stickstoff resorbirt.

Die gefundenen Resultate lassen sich ungezwungen in folgender Weise erklären. Das nach Horsford-Liebig's Methode erzeugte Brot ist dichter, schwerer, als das gewöhnliche Roggenbrot, es bietet daher den Verdauungsflüssigkeiten keine so große Oberfläche, wird von ihnen nicht durchdrungen, geht zum Theile ohne Veränderung durch den Körper. Es ist besonders bemerkenswerth, daß die Annahme von Horsford und Liebig, dieses mit Natriumbicarbonat und Calciumsuperphosphat unter Zusatz von Chlorkalium gelockerte Brot sollte dem Körper die dem Mehle durch Abscheidung der Kleie entzogenen Mineralstoffe des Kornes wieder zuführen, durch Meyer's Versuche nicht bestätigt wurde. Selbst von dem Brot aus feinstem Weizenmehl werden nicht alle Mineralsubstanzen vom Körper aufgenommen, ein Mangel an Nährsalzen kann daher im Brot, welches aus Mehl bereitet wurde, niemals vorkommen. Liebig hat mit großem Nachdruck die Nothwendigkeit der Gegenwart von Salzen bei der Verdauung der Nahrung betont. So richtig diese Ansicht im Allgemeinen, so wichtig die Zufuhr an Nährsalzen

zur Erhaltung des Körpers ist, so ergiebt sich aus den oben geschilderten Versuchen aufs Neue, daß eine künstliche Zufuhr von Nährsalzen nicht nothwendig ist, daß richtig aus Eiweiß, Kohlehydrate und Fette enthaltenden Nährstoffen gemischte Nahrung auch stets die nöthige Menge an Salzen enthält. Versuche von E. Bischoff[1]) zeigten ebenfalls, daß der Zusatz von Nährsalzen (Fleischextract) zum Brote, die Verdauung desselben nicht befördert.

Das Münchener Roggenbrot ist lockerer, als das nach Horsford bereitete, es wird von den Säften im Organismus sofort durchdrungen, wird daher besser verarbeitet, als dieses. Noch leichter ist die Verdauung des weißen Weizenbrotes. Dieses wird schon beim Kauen in einen leicht auslaugbaren Brei verwandelt, aus dem der Darmcanal sehr leicht die brauchbaren Bestandtheile aufnimmt. Dieses vollständige Aufweichen ist bei dem Weizenbrot leichter möglich, als bei dem Roggenbrot, weil das Roggenmehl stets größere Mengen von Kleie enthält, als das Weizenmehl, das Roggenbrot also reicher ist an für den Menschen nicht verdaulichen Bestandtheilen. Dazu kommt, daß das Roggenbrot mit Sauerteig, das Weißbrot mit Hefe bereitet wird, das erstere ist daher reicher an organischen Säuren, als letzteres. Diese Säuren üben auf den Darmcanal einen Reiz aus, der eine schnellere Entleerung des Darminhaltes, eine raschere Entfernung der Nahrung aus dem Organismus bedingt.

Diese für das Schwarzbrot gegenüber dem Weißbrot ungünstig wirkenden Verhältnisse treten in noch viel stärkerem Grade beim Pumpernickel auf. Dieses dichte schwere Brot bietet den Säften wenig Angriffspunkte; es enthält viel und grobe Kleie, welche durch mechanischen Reiz auf raschere Bewegung der Speisen im Darmcanal hinwirkt; es ist meistens sehr sauer und bleibt schon deshalb nicht lange im Darm. Dieses kleiehaltige Brot wirkt vorzüglich gegen habituelle Leibesverstopfung. Wenn Liebig als Beweis für die vortreffliche Verdauung der Pumpernickel essenden Bevölkerung in Norddeutschland auf die Kothhaufen hinter den Zäunen aufmerksam macht, so wird eben durch deren Größe nur bewiesen, daß bei der Ernährung mit Pumpernickel eine unverhältnißmäßig große Menge von Koth abgesondert wird. Daß bei der raschen Wanderung der Nahrung durch den Körper auch die mit dem Brote genossenen Nahrungsmittel nicht gehörig verdaut werden, das ist wohl ohne Weiteres klar.

Jedenfalls ist dargethan, daß man das weiße Weizenbrot für das am leichtesten verdauliche, für das nahrhafteste erklären muß; diesem am nächsten steht das aus Roggenmehl bereitete Schwarzbrot, dann folgt das Horsford-Liebig'sche Brot, endlich der Pumpernickel.

Es ist bemerkenswerth, daß in Deutschland die gewöhnliche Ansicht über den Nährwerth des Brotes die verschiedenen Gebäcke gerade in entgegengesetzter Reihe anordnet, als es eben geschah. Allgemein nimmt man an, daß das grobe Schwarzbrot nahrhafter sei, als das Weißbrot, nur wird zugegeben, daß jenes für manche Körperconstitutionen nicht zuträglich sei. Ja oben wurde in der Schilderung der Versuche von Meyer hervorgehoben, daß der Mann allein beim Genuß von Pumpernickel nicht das Hungergefühl empfunden habe, das ihn während der Ver-

[1]) Zeitschrift für Biologie 1871, 35.

suche mit anderen Brotsorten nicht verließ. Diese Beobachtung steht nicht isolirt da. Magendie [1]) hat gefunden, daß ein Hund, der nur mit Weißbrot gefüttert wurde, nach 50 Tagen mit allen Zeichen der Atrophie zu Grunde ging, während ein mit Schwarzbrot ernährter Hund sich dauernd gesund erhielt. Während des Krimkrieges zeigte sich, daß die an schwarzes Militärbrot gewöhnten russischen Gefangenen mit der gewöhnlichen Ration der französischen Soldaten an Weißbrot nicht auskamen, es mußte ihnen ein Zuschuß bewilligt werden.

Man kommt so zu dem scheinbaren Widerspruche, daß ein nahrhaftes Brot das Gefühl des Hungers weniger lange stillt, als ein Brot, von dem der Körper weniger aufzunehmen vermag, das dreimal so viel Koth erzeugt, als jenes.

Dieser Widerspruch ist leicht zu erklären. Man muß nur beachten, welche Quantitäten von grobem Schwarzbrot von Menschen genossen werden, die an dieses Brot gewöhnt sind. „Sieht man in Norddeutschland," sagt G. Meyer, „einen Bauern sein Frühstück verzehren, so kann man sich wirklich entsetzen über die Menge, welche genossen wird: 4 bis 5 Schnitte von 1/2 Zoll Dicke, 1 Fuß Länge und 3 Zoll Breite, jeder mit Butter dick bestrichen, sind noch keine übermäßig große Leistung." Um dem Organismus auch bei unvollständiger Ausnutzung der Nahrung die nothwendigen Nährstoffe zuzuführen, muß eben ein solcher Ueberschuß des Brotes genossen werden. Von Weißbrot ist wohl nicht leicht Jemand im Stande so viel zu genießen, als zur Erhaltung des Körpers nöthig ist, es ist eine allgemeine Erfahrung, daß das aromatisch schmeckende Schwarzbrot weniger leicht widersteht, als das Weißbrot. Wenn Magendie bei seinen Fütterungsversuchen mit Hunden die Menge des verzehrten Brotes berücksichtigt hätte, würde er gefunden haben, daß der zu Grunde gehende Hund nicht die nöthige Menge Weißbrot zu sich nahm.

Sodann ist zu berücksichtigen, daß der Magen nach dem Genuß des schweren Schwarzbrotes längere Zeit gefüllt bleibt, daß das kleihaltige Brot der mechanischen Verarbeitung größeren Widerstand leistet, während das Weißbrot sehr rasch in einen dünnen Brei verwandelt wird, der den Magen schnell verläßt.

Danach kann es nicht auffallen, daß das in größerer Menge genießbare und längere Zeit im Magen verweilende Kleienbrot den Hunger länger stillt, als das Weißbrot.

Wer aber gewohnt ist, seinen Magen mit großen Mengen von Nahrung zu füllen, der wird mit einer kleinen Quantität eines selbst viel nahrhafteren Gemisches seinen Hunger nicht stillen können. Nicht der Mangel an Nährkraft, sondern das Gefühl der Leere des Magens zwang die an Schwarzbrot gewöhnten russischen Soldaten im Krimkriege dazu, eine größere Ration von Weißbrot zu verlangen, als die französischen Soldaten erhielten.

Die vier hier betrachteten Brotsorten stellen sich in eine ganz andere Reihe, wenn man nach den Kosten fragt, welche durch die Einführung einer bestimmten Menge nutzbarer Trockensubstanz in den Körper erwachsen. Berechnet man den Preis der Brotmenge, welche genossen werden muß, um 1000 g trockne Brotsubstanz resorbiren zu lassen, so findet man:

[1]) Précis élémentaire de physiologie, 4me édit. (1836) II, 504.



1. Von Horsford-Liebig'schem Brote bei einem Verlust an Trocken von 11,5 Proc. 1130 g trocknes oder 2069 g frisches Brot im von 55 Pfennigen;
2. von Münchener Schwarzbrot bei 10,2 Proc. Verlust an Trocken 1112 g trocknes oder 2071 g frisches Brot im Werthe von 58 Pf
3. von Weißbrot bei Verlust von 5,6 Proc. Trockensubstanz 1059 g oder 1774 g frisches Brot im Werthe von 81 Pfennigen;
4. von Pumpernickel bei 19,3 Proc. Verlust an Trockensubstanz 1 trocknes oder 2217 g frisches Brot im Werthe von 35 Pfennigen n

Zu ganz ähnlichen Verhältnißzahlen gelangt man, wenn man den Pr Brotmenge ermittelt, welche nöthig ist, um dieselbe Menge an Stickst Körper resorbiren zu lassen. Um in die Säfte des Menschen 15 g Stickst zuführen, sind nöthig:

1. Von Horsford-Liebig'schem Brot 1120 g trocknes oder 2051 g Brot (mit 22,2 g Stickstoff) im Werthe von 54 Pfennigen;
2. von Münchener Roggenbrot 807 g trocknes oder 1502 g frisches (mit 19,3 g Stickstoff) im Werthe von 42 Pfennigen;
3. von Weißbrot 932 g trocknes oder 1561 g frisches Brot (mit Stickstoff) im Werthe von 70 Pfennigen;
4. von Pumpernickel 1172 g trocknes oder 2096 g frisches Brot (mit Stickstoff) im Werthe von 30 Pfennigen.

Berücksichtigt man also den Preis des Brotes, so ist die Ernährung, man von dem nur in wenigen Gegenden üblichen Pumpernickel absieht, am sten durch kleienfreies Schwarzbrot zu erreichen, darauf folgt Horsford-Lie sches Brot, endlich Weißbrot. Das hier berücksichtigte Weißbrot aus Weizenmehl wird daher immer die Speise der Wohlhabenden bleiben; überal wo es darauf ankommt, mit den geringsten Kosten die Ernährung der Me zu besorgen, wird man Schwarzbrot vorziehen.

Weißbrot ist demnach das nahrhafteste Brot, mit kleienfreiem Schwa aber ist die Ernährung eines gesunden Organismus am billigsten zu erreich

---

Es ist vorhin angedeutet, daß durch Genuß von Brot der Verlust an stoff im menschlichen Körper gedeckt werden kann, daß man also einen menschl Organismus im Stickstoffgleichgewichte erhalten kann, wenn man ihn nur Brot ernährt. Freilich ist dazu eine sehr große Menge von Brot nothwe Um den Gesammtstickstoffverlust, welcher täglich bei einem erwachsenen M 18 g beträgt, zu decken, braucht man selbst von dem nahrhaften Weißbrot da deutende Quantum von über 3 Pfund jeden Tag, eine Brotmasse, die noch dad vergrößert wird, daß ein Theil des Brotes unverdaut durch den Organimus Natürlich würde in einer solchen Quantität Brot dem Körper auch zugleich zu Athmung 2c. nöthige Kohlenstoffmenge geboten. Zu Brot noch andere stofffreie Nahrungsmittel zu genießen, wäre also ganz überflüssig.

Ganz abgesehen davon, ob überhaupt ein Mensch im Stande wäre, diese Qua tät Brot täglich zu essen, wäre es höchst unrationell, überhaupt den Versuch zu mac

sich in dieser Weise zu ernähren. Bei zu reichlicher Brotnahrung verliert der menschliche Körper seine Widerstandskraft gegen äußere schädliche Einflüsse und seine Arbeitsleistungsfähigkeit vermindert sich bedeutend.

Es ist interessant, wie Salvator Tomasi [1]) darauf hinweist, daß die Pächter der Reisfelder in Oberitalien, welche sich gut nähren, ein hohes Alter erreichen, während ihre Tagelöhner, die Reis als fast alleinige Nahrung haben, vor der Zeit altern und Erschöpfungskrankheiten erliegen.

In Amerika hatte man vielfach Gelegenheit zu beobachten, daß die chinesischen Arbeiter, welche vorzugsweise mit Pflanzenkost sich nähren, bei weitem nicht dieselbe Arbeit leisten können, wie Engländer, Deutsche &c. Ein lehrreiches Beispiel [2]) dieser Art wurde bei dem Eisenbahnbau über den Isthmus von Panama in den Jahren 1857 und 1858 beobachtet. Die Neger leisteten die sehr anstrengende Arbeit bei durchschnittlich 25° C. sehr gut bei der täglichen Nahrung von 1 Pfd. gesalzenen Ochsenfleisches, 1 Pfd. Zwieback und $1/2$ Pfd. Reis. Die Chinesen aber, welche sich an die Fleischkost nicht gewöhnen wollten, sondern meistens ihr Fleisch und Weizenbrot gegen Reis vertauschten, ertrugen, obgleich sie in ihrer Heimath auch an heiße Sommer gewöhnt waren, die schwere Arbeit nicht, sie gingen meistens zu Grunde, häufig durch Selbstmord, nur wenige kräftige Individuen dauerten aus, gewöhnten sich aber auch allmälig an das gepöckelte Ochsenfleisch.

Du Camp [3]) erwähnt auch ein interessantes Beispiel. Bei dem Bau der Eisenbahn von Rouen nach Havre waren die französischen Arbeiter nicht im Stande, dieselbe Arbeit zu leisten, wie die neben ihnen beschäftigten Engländer. Letztere nährten sich vorzugsweise von Bier und Fleisch, während die Franzosen außer Käse nur Pflanzenkost und Wasser genossen. Nachdem man die französischen Arbeiter 14 Tage lang in gleicher Weise wie die Engländer nährte, erhielten sie dieselbe Arbeitsfähigkeit.

Diese geringere Widerstandsfähigkeit der durch zu reichlichen Genuß von Cerealien ernährten Körper findet ihre Erklärung darin, daß der Organismus unter diesen Verhältnissen zu reich an Wasser wird.

Von Voit, Pettenkofer, Bischoff, Meyer u. A. liegen Beobachtungen in dieser Richtung vor. Namentlich mit Hunden sind solche Ernährungsversuche durchgeführt. Danach verlieren die Hunde bei alleiniger Brotnahrung in den meisten Fällen Eiweiß von ihrem Körper, wenn auch von dem Brote so viel unverdaut abgegeben wird, daß dessen Stickstoffgehalt genügen würde, den Verlust an Eiweiß zu decken. Nur bei enormem Brotgenuß kann ein Hund in das Stickstoffgleichgewicht kommen oder selbst Eiweiß im Körper aufspeichern. Ein Hund, den Voit beobachtete, war bei einem Körpergewicht von 22 Kg im Stande, täglich 1054 g Brot zu fressen und setzte dabei 6 g Fleisch an, während er 106,1 g (auf Trockenheit berechnet) Koth mit 3,1 g Stickstoffgehalt, d. h. 17 Procent der trocknen Nahrung und 23 Procent des in derselben enthaltenen Stickstoffs entleerte. Also nur mit einer großen Verschwendung an Nähr-

---

[1]) Sommario della clinica medica di Pavia. Napoli 1864, 12, 13. — [2]) Augsburger allgemeine Zeitung 1872, Nr. 188 (Beiblatt). — [3]) Paris, ses organes, ses fonctions et sa vie 5. Aufl. 1875, 2, 78.



stoffen gelingt es in Ausnahmefällen, den Organismus durch alleinigen Brotgenuß zu erhalten.

Aber trotzdem, daß der Körper des Hundes in der Regel bei alleiniger Brotnahrung Eiweiß verliert, nimmt er meistens an Körpergewicht zu. Ein Hund, der 6 Tage mit Brot ernährt war, nahm um 892 g am Körpergewicht zu und hatte doch 177 g Fleisch (berechnet aus der Differenz zwischen dem Stickstoffgehalt der Nahrung und dem der Excremente) verloren. Ein anderer Hund war 59 Tage lang mit Brot gefüttert, er nahm dabei um 690 g Körpergewicht zu, verlor aber an Fleischgewicht 1341 g. Nur ein Hund zeigte nach 3 Tage dauernder Fütterung mit Brot bei einer Körpergewichtszunahme um 1308 g eine Fleischzunahme um 17 g. Das Fleischgewicht des Körpers nimmt also bei alleiniger Brotnahrung in der Regel ab, Fett, welches im Körper nur abgelagert wird durch Aufnahme von Fett oder Spaltung von resorbirtem Eiweiß, wird bei dieser Ernährung mit einer nahezu fettfreien und an Eiweiß armen Nahrung nicht gebildet, es bleibt also allein die Annahme möglich, daß die Gewichtszunahme des Körpers durch Aufnahme von Wasser bedingt ist.

Bei Broternährung wird eine viel größere Menge von freiem Wasser aufgenommen, als bei anderer Ernährungsweise. Schon der große Wassergehalt des meistens dünnbreiigen, schaumigen Kothes verlangt eine größere Wasserzufuhr. Der Hund, der zu dem oben erwähnten sechstägigen Brotfütterungsversuche diente, schied bei Fütterung mit 900 g Brot 271 g Wasser im Kothe aus, während er bei Genuß von 1500 g Fleisch nur 10 g Wasser im Kothe ausgab. Der Wassergehalt des Harnes ist durch die Art der Nahrung nur in sofern beeinflußt, als bei stickstoffreichem, leicht assimilirbarem Futter eine größere Menge von Harnstoff abgeschieden und zu dessen Lösung auch eine größere Menge von Wasser vom Körper ausgegeben wird, durch alleinige Brotnahrung wird die Menge des Wassers im Harn nicht wesentlich beeinflußt.

Der größere Wassergehalt des Brotkothes reicht aber nicht hin, um die Mehraufnahme von Wasser bei Brotfütterung zu erklären. Berücksichtigt man, daß nach den Versuchen von Voit und Pettenkofer[1]) ein Hund etwa die Menge von 350 g Wasser in Form von Wasserdampf ausathmet, so berechnet sich die Gesammtwasserabgabe des Hundes bei dem oben wiederholt erwähnten Versuche der alleinigen Brotfütterung zu

632 g Wasser im Harn
271 „ „ im Koth
350 „ „ durch Respiration
―――――――
1253 g Wasser

Dieser Hund nahm aber während des Versuches in seinen Körper pro Tag 1360 g Wasser auf, mithin ist allein von dem eingeführten Wasser ein Ueberschuß von 107 g täglich im Körper geblieben. Natürlich ist dann aber noch zu bedenken, daß aus der genossenen Nahrung Wasserstoff auch zum Theil in Form

---

[1]) Ann. Chem. Pharm. Suppl. II, 367.



von Wasser ausgegeben wird, die Verwässerung des Körpers kann also noch bedeutender sein, als eben berechnet wurde. Derselbe Hund nahm bei Fütterung mit 1500 g Fleisch zum größten Theil durch den Wassergehalt des Fleisches täglich 128 g Wasser auf. Dagegen gab er bei dieser Fütterung ab:

901 g	Wasser im Harn
10 „	„ im Koth
350 „	„ durch Respiration
1261 g	Wasser,

also betrug die Menge des ausgegebenen Wassers mehr als die des eingeführten, ein Beweis dafür, daß aus der Nahrung selbst Wasser gebildet sein muß, das zum Theil ausgegeben wurde. Jedenfalls folgt aus dieser Berechnung, daß der Körper des Hundes bei Brotfütterung reicher an Wasser wurde, als bei Fleischnahrung. Das ergiebt sich auch aus der beobachteten Thatsache, daß bei plötzlichem Ersatz einer Brotfütterung durch eiweißreiche Nahrung in den ersten Tagen eine große Menge von Wasser vom Körper ausgeschieden wird.

Diese durch Versuche am omnivoren Hunde festgestellten Sätze lassen sich gewiß ohne wesentliche Aenderung auch auf den Menschen anwenden, hat doch gerade der Hund in gesundem und krankem Zustande die größte physiologische Aehnlichkeit mit dem Menschen. Auch am Menschen sieht man bei anhaltendem Genuß von größeren Mengen von Brot die Erscheinungen des Wasserreichthums im Organismus hervortreten. Der aufgedunsene Körper der vorzugsweise von Kartoffeln und Brot lebenden niederen Volksclassen widersteht dem Angriff von Krankheiten nur wenig, dieser schlecht ernährte Theil der Bevölkerung liefert bei Epidemien stets die größte Anzahl der Opfer.

Die Verurtheilung eines Menschen zu Einsperrung bei Wasser und Brot sollte daher niemals vorgenommen werden. Diese Strafe kommt einer Verdammung zum allmäligen Verhungern gleich und schädigt die Gesundheit des Individuums in beträchtlichem Grade. Der Mensch ist kaum im Stande, die nöthige Menge von Nahrung in Form von Brot zu sich zu nehmen, auf längere Dauer kann er sich damit nicht erhalten; sein Körper wird außerdem gegen krankmachende Einflüsse weniger widerstandsfähig; körperlich geschwächt verläßt der Sträfling das Gefängniß und findet auch dadurch Schwierigkeiten, einen geregelten Lebenswandel zu beginnen.

Als richtige Nahrung muß man für jeden Fall diejenige erklären, welche den Körper mit der geringsten Menge der einzelnen Nahrungsstoffe auf seinem Bestand erhält und dabei denselben so wenig als möglich schädigt und abnutzt. Von diesem Standpunkte aus kann man nach den vorstehenden Betrachtungen das Brot nur betrachten als eine vorzügliche Zukost zu stickstoffreicher Nahrung. Es soll nicht allein benutzt werden zur Erhaltung des Körpers, es dient aber zur rationellen Ernährung, wenn es gleichzeitig mit eiweißreichen Nahrungsmitteln, wie Käse, Fleisch, Milch, auch wohl mit stickstoffreichen Hülsenfrüchten zusammen gegessen wird.

Sehr nahe liegt nun der Gedanke, das Brot durch Zusatz solcher stickstoffhaltigen Nährstoffe in seiner chemischen Zusammensetzung so zu verändern, daß es für sich eine ausreichende Nahrung bietet. Einige solche Vorschläge sind in der That gemacht und mit kurzen Worten mögen dieselben hier Erwähnung finden.

Zunächst hat man versucht, durch Einführung von thierischen Substanzen, wie getrocknetes Blut, Fleischpulver, Fleischextract, in das Brot den Sickstoffgehalt desselben zu erhöhen. Die gereinigten Eiweißstoffe des Blutes zu verwenden hat Panum [1]) zuerst vorgeschlagen, noch rationeller aber möchte es sein, nach einer in neuerer Zeit bekannt gewordenen Methode das ganze Blut in getrocknetem Zustande ins Brot zu bringen.

Heinson Huch [2]) in Braunschweig hat durch weitere Verfolgung der von Payen [3]) beobachteten Thatsache, daß frisches Blut auf Zusatz einer kleinen Menge (1 bis 2 Proc.) von Kalk zu einer Gallerte erstarrt, die an der Luft rasch zu einer hornartigen leicht pulverisirbaren Masse trocknet, ein Blutmehl erzeugt, das er mit bestem Erfolge in Brot einbäckt, welches als Pferdefutter dienen soll. Bei gehöriger Sorgfalt wäre ein solches Präparat entschieden auch für menschliche Nahrung zu gebrauchen.

Nach einer Mittheilung von Becker hat man zur Verproviantirung von Expeditionen in das Innere von Australien Brot gebacken aus einem Gemisch von 1 Thl. getrocknetem und gepulvertem Feisch und $1^1/_2$ Thln. Mehl.

Ausführlicher hat Boussingault [4]) berichtet über die Fabrikation eines Fleischzwiebacks von J. Callamand in Paris. Durch anhaltendes Kochen von Rindfleisch mit Wasser unter Zusatz der nöthigen Gewürze stellte Callamand zunächst eine Bouillon her, welche in 11 Liter 22 Kg fein vertheiltes Muskelfleisch enthielt. Damit diese Bouillon sich gut conservire, wurde sie mit 250 g Candiszucker vermischt. In den dünnen Brei wurden sodann 50 Kg Weizenmehl durch sehr energische Arbeit eingeknetet, man erhielt dadurch einen steifen braun gefärbten Teig, der in Zwiebacke geformt und gebacken wurde. Das Backen dauerte $1^1/_2$ Stunden. Man erhielt dann 54,1 Kg des erkalteten Gebäckes, also 108,5 Kg Zwieback von 100 Kg Mehl. Das Product enthielt 7,8 Proc. Wasser und 2,6 Proc. Stickstoff (17 Proc. Eiweiß) und konnte betrachtet werden als ein Gemisch von 83 Proc. gewöhnlichem Schiffszwieback und 17 Proc. Fleisch, Fett, Gewürze &c. Dieser Fleischzwieback lieferte mit der vierfachen Menge Wasser gekocht in 15 bis 20 Minuten eine vorzügliche, nahrhafte Suppe.

Diese Art von Fleischzwieback wurde während des Krimkrieges bei der französischen Armee benutzt, und im Jahre 1866 haben nach Mittheilung von Thiel [5]) auch die deutschen Militärverwaltungen Versuche mit demselben angestellt. Dabei zeigte sich aber das Gebäck als zu wenig haltbar, namentlich dem Angriff von Insecten und Maden war es zu sehr ausgesetzt. Thiel ist der Ansicht, daß diese Thiere besonders deshalb leicht auf den Zwieback einwirken können, weil er, wenn auch fein vertheilte, Stücke von Fleischfibrin enthalte. Ein haltbareres Product erzielt

---

[1]) Zeitschrift für Biologie 1871, 48. — [2]) Zeitschrift für das chem. Großgewerbe 1876, 228. — [3]) Dingl. pol. Journ. 130, 387. — [4]) Compt. rend. 40, 1016. — [5]) Dingl. pol. Journ. 184, 443.



man nach ihm durch Befolgung einer Vorschrift, welche derjenigen ähnlich ist, die Gail Borden jun. in Galveston (Texas) gab [1]). 1,5 Kg Ochsenfleisch, frisch, möglichst frei von Fett und fein gehackt, werden in mehreren Portionen mit 3,5 l destillirtem Wasser ausgelaugt und diese Flüssigkeit durch ein feines Sieb von dem unlöslichen Rückstande getrennt. Das Gewicht der Fleischlösung betrage 4,038 Kg. Diese Flüssigkeit wird mit 10 cbcm einer wässerigen schwefligen Säure versetzt, um sie zu conserviren. Sodann wird sie auf 50 bis 55° C. erwärmt, nun 6 Kg Weizenmehl eingeknetet und die aus diesem Teige geformten Kuchen von 2 bis 3 cm Dicke etwa 3/4 Stunden gebacken. Nach Thiel's Analysen enthält ein solches Gebäck 19,25 Proc. Wasser, 2,35 Proc. Stickstoff und 1,42 Proc. Nährsalze.

Ob dieses Gebäck sich viel Eingang verschafft hat, darüber fehlen mir Mittheilungen. Jedenfalls ist die Bereitung eines solchen Fleischzwiebacks rationeller als die von Borden und später auch von Jacobsen [2]) vorgeschlagene Verwendung von Fleischextract bei der Brotbereitung. Nach Thiel's Vorschrift wird dem Brote die Gesammtmenge der in kaltem Wasser löslichen Bestandtheile des Fleisches, also auch viel Eiweiß zugeführt, während Borden und Jacobsen eine nahezu von Proteïnsubstanzen freie Flüssigkeit zur Bereitung des Teiges verwenden.

Da es nach den obigen Mittheilungen vorzugsweise darauf ankommt, den Gehalt des Brotes an Eiweißkörpern zu vermehren, ist jedenfalls auch ein von Voit gemachter Vorschlag aller Beachtung werth, nämlich die Rückstände der Fleischextractsbereitung, die als Fleischmehl zu uns gebracht werden, dem Brote zuzusetzen. Nach Pott [3]) enthält dieses von Fray-Bentos eingeführte Fleischmehl 10,48 Proc. Wasser, 4,88 Asche, 72,06 Proteïnsubstanz, 12,42 Fett. Wenn es gelingt, diese Rückstände, die jetzt als Viehfutter Verwendung finden, genügend gut erhalten zu uns zu liefern, wird man gewiß dieses Pulver mit gutem Erfolge in das Brot einbacken. Am zweckmäßigsten würde vermuthlich eine Verbindung der Fabrikation von Fleischextract und von Fleischzwieback in einem Etablissement sein; in das Brot eingebacken würden die Rückstände der Fleischextractfabrikation auf längere Zeit gut erhalten werden können.

Interessant ist es, daß man in neuer Zeit in England begonnen hat ein derartiges Präparat für Hunde zu erzeugen. Namentlich in London werden in Hotels und anderen größeren Etablissements die Speisereste gesammelt und aus diesen durch Aufweichen in Wasser und Zerquetschen ein steifer Teig hergestellt, der in Form von Biscuits gepreßt und gebacken in ganz appetitlichen Tafeln in den Handel gebracht wird. Solche „Clarke's Buffalo-Fleisch-Biscuits für Hunde" liefert z. B. Hermann Illies in Hamburg.

Aber auch die stickstoffhaltigen Pflanzentheile lassen sich vortheilhaft zur Erhöhung des Eiweißgehaltes von Brot benutzen. Oben ist angedeutet, daß die Hülsenfrüchte viel reicher an Proteïnsubstanzen sind, als die Cerealien. Durch Zusatz von Bohnen- oder Erbsenmehl zu dem Mehle von Getreide ließe sich also jedenfalls der Nährwerth des erzeugten Brotes bedeutend steigern. Stohmann [4])

---

[1]) Dingl. pol. Journ. 122, 308. — [2]) Wagner's Jahresbericht 1870, 513. — [3]) Landwirthschaftliche Versuchsstation 16, 193. — [4]) Dingl. pol. Journ. 185, 325.

hat in dieser Richtung Versuche angestellt. Bei denselben wurde beobachtet, daß es schwer ist, aus Mehl, dem solches von Hülsenfrüchten beigemengt ist, ein gutes trocknes Brot zu erzeugen. Das Brot aus solchem Gemisch wird leicht dicht und schwer, fließt beim Backen aus einander. Diesem Uebelstande kann man entgegenwirken durch Zusatz von Kochsalz zu dem Teige. Stohmann benutzt also die von Lehmann [1]) festgestellte Thatsache, daß das Fließen des Teiges aus Mehl, dessen Kleber die richtige Zähigkeit verloren hat, durch Zusatz von Salz vermieden werden kann. Stohmann empfiehlt ein Gemisch von $^2/_3$ Roggenmehl und $^1/_3$ Erbsenmehl zu verwenden und auf je 100 Thle. des Gemisches 2 Thle. Salz zuzusetzen. Das dann erhaltene Brot ist allerdings etwas salziger als gewöhnliches Brot, aber erst ein Salzzusatz von mehr als 2 Proc. vom Mehlgewichte wird von vielen an salziges Brot nicht gewöhnten Leuten unangenehm empfunden. Das Brot war locker und porös und hielt sich ebenso lange frisch, wie gewöhnliches, aus reinem Roggenmehl bereitetes.

Auch aus dem Getreide selbst wird bei der Stärkebereitung, namentlich bei Verarbeitung von Weizenmehl nach Martin's [2]) Verfahren, ein großer Theil der eiweißhaltigen Substanzen isolirt und als Nebenproduct gewonnen. Der so erhaltene Kleber ist vielfach als stickstoffreiche Nahrung benutzt, und öfter ist vorgeschlagen, denselben dem Brote einzuverleiben, um dessen Stickstoffgehalt zu vergrößern.

In frischem Zustande ist der Kleber zu zäh und bindig, um sich mit Mehl zusammenkneten zu lassen. Wenn man ihn aber in Stücken von 2 bis 2,5 Kg 24 Stunden lang in Wasser von 34 bis 37° C. liegen läßt, dann verliert er seinen strengen Zusammenhang, reißt, wenn er an einer Stelle mit Daumen und Zeigefinger angefaßt wird, kurz und schnell ab. In diesem Zustande ist er geeignet, mit Mehl zu einem homogenen Teige gemischt zu werden (Knobloch).

Nach einem Berichte von Günsberg [3]) hat man in der Weizenstärkefabrik Swirz in Galizien folgenden Weg eingeschlagen, um ein Nahrungsmittel für Menschen aus dem Kleber zu gewinnen. Man knetete durch geeignete Stampfwerke feuchten Kleber und Mehl in dem Gewichtsverhältniß von 1 : 2 innig zusammen, preßte den steifen Teig durch geeignete Oeffnungen zu 6 bis 9 mm dicken und 0,3 m langen Streifen, trocknete diese bei 50° C., pulverte sie sodann und benutzte dieses Mehl zur Herstellung von Brot in gewöhnlicher Weise. Das so bereitete Klebermehl enthält noch etwa 10 Proc. Wasser und 4,27 Proc. Stickstoff. Günsberg machte aber darauf aufmerksam, daß bei längerem Genuß dieses kleberreiche Mehl (bei den von ihm erwähnten Versuchen mit galizischen Bauern wurde das gekörnte Gemisch von Kleber und Mehl gekocht gegeben) sehr bald widersteht. Selbst bei gleichzeitigem Essen von Fett oder Milch war kein Bauer im Stande, länger als drei Tage sich mit solcher Kost zu ernähren.

Danach scheint also der Zusatz von Kleber zum Brotmehl keine praktische Verwendung finden zu können, man benutzt daher das Gemisch von Kleber und Mehl in der Regel zur Bereitung von Suppennudeln, Maccaroni und dergleichen.

---

[1]) Dingl. pol. Journ. 151, 309. — [2]) Dingl. pol. Journ. 64, 128. — [3]) Dingl. pol. Journ. 162, 439.



Namentlich in Poitiers und in Grenelle bei Paris hat man diese Verwerthung des Klebers zuerst fabrikmäßig betrieben.

Schon Martin hat aber vorgeschlagen, den Kleber für sich zu trocknen und als Kleberzwieback für diabetische Kranke in den Handel zu bringen. Payen [1]) schildert das Verfahren, welches von Martin zu dieser Verarbeitung des Klebers angewendet wurde, und welches noch heute in Paris befolgt wird, um möglichst stärkefreies Brot für Diabetische zu liefern.

Ich sah in der Bäckerei der „assistance publique“ in Paris dieses Kleberbrot bereiten aus einem Mehle, welches nach den uns gemachten Mittheilungen nur 4 bis 6 Proc. Stärke enthielt. Der beim Auswaschen des Mehles erhaltene Kleber bläht sich beim Erhitzen stark auf, er liefert ein trocknes, ungemein brüchiges, blasiges Gebäck, das schwer beim Kauen mit Speichel zu durchweichen ist. Nach Martin nimmt man dem Kleber diese Eigenschaft, indem man ihn feucht zerkleinert und in einem Dampfbade bei 100° trocknet. Nach dieser Behandlung läßt sich der Kleber zu einem feinen, gelbem Gries ähnlichen Mehle zerkleinern, das mit wenig Hefe und Wasser zu einem Teig angemacht durch die bald eintretende Gährung und das Backen nicht mehr stärker sich aufbläht, als gewöhnlicher Mehlteig. Aus 2700 g Klebermehl werden in dieser Weise 3650 g Brot erzeugt, das Gebäck enthält also nahezu 30 Proc. Wasser. Das Brot hat das äußere Aussehen und die Lockerheit von gewöhnlichem guten Brot und widersteht dem Kranken nicht so leicht, als das oben erwähnte, aus einem Gemisch von Mehl und Kleber bereitete Brot.

Uebrigens scheint nicht alles Kleberbrot, das in Paris von Diabetikern genossen wird, gleich gut zu sein, wie das eben erwähnte aus der vorzüglich dirigirten Bäckerei der Spitäler an der Place Scipion. Boussingault [2]) analysirte einige in Paris fabricirte Kleberzwiebacksorten und erhielt folgende Resultate:

	Biscuit de gluten rond.	Biscuit de gluten fendu.
Proteïnsubstanzen [3])	44,9	22,9
Kohlehydrate	40,2	61,9
Fette	3,6	3,1
Asche	2,2	1,4
Wasser	9,1	10,7
Stickstoff	7,18	3,67

Allerdings ist ein solches Gebäck wesentlich reicher an Stickstoff und daher an Eiweißkörpern, als gewöhnliches Brot, aber doch darf man nicht annehmen, daß ein solcher Kleberzwieback den an Diabetes Erkrankten einen durchaus passenden Ersatz für Brot liefere. In dem Organismus von solchen Kranken wird der

[1]) Précis des subst. alimentaires. 4. Aufl. 355. — [2]) Ann. chim. phys. 1875 (5. Ser. 5 114). — [3]) Aus dem Stickstoffgehalte berechnet unter der Annahme, daß Eiweiß 16 Proc. Stickstoff enthält.

größte Theil der gewonnenen Kohlehydrate in Form von Zucker im Harn abgeschieden, es ist daher nicht Aufgabe, ihnen ein möglichst stickstoffreiches, sondern ein an Kohlehydraten möglichst armes Nahrungsmittel an Stelle des Brotes zu geben. Boussingault stellte verschiedene von ihm analysirte Nahrungsmittel in folgender Tabelle zusammen, um zu zeigen, wie viel von ihnen genommen werden müßte, um die in 100 Theilen des stickstoffreichsten Biscuit de gluten rond enthaltenen 40,2 Theile Kohlehydrate in den Körper einzuführen:

	Aequivalente Gewichtsmenge	Kohlehydrate	Proteïnsubstanzen	Fett	Salze	Wasser
Biscuit de gluten rond .	100,0	40,2	44,9	3,6	2,2	9,1
Buttergebackenes (Brioche)	97,3	40,2	10,6	26,7	2,4	17,4
Gebrühter Teig (Échaudé)	74,3	40,2	11,7	11,2	1,1	10,1
Pariser Bäckerbrot	72,7	40,2	5,7	0,1	0,7	26,6
Biscuit de gluten fendu.	64,9	40,2	14,9	2,0	0,9	6,9
Bohnen	82,4	40,2	22,2	2,5	2,9	12,3
Kartoffeln	173,3	40,2	4,9	0,3	1,4	126,5

Aus dieser Tabelle ergiebt sich, daß das Kleberbrot nicht als vorzüglichster Ersatz von gewöhnlichem Brot angesehen werden darf. Freilich ist es dem gewöhnlichen Brot, den Bohnen u. s. w. entschieden vorzuziehen als Nahrungsmittel für Diabetiker, aber die Kartoffeln enthalten im gleichen Gewichte eine viel geringere Menge von Kohlehydraten, als jenes Gebäck. Wenn der menschliche Organismus im Stande wäre, dem Kleberzwieback den ganzen Gehalt an Eiweißkörpern zu entziehen, worüber directe Beobachtungen meines Wissens noch nicht vorliegen, so wäre dieses Backwerk entschieden als nahrhafter zu betrachten, als Kartoffeln. Diese Wirkung des Kleberbrotes kommt hier indessen erst in zweiter Linie in Betracht, man könnte durch Zugabe von Fleisch zu den Kartoffeln dasselbe Ziel gewiß sicherer erreichen. Dazu kommt noch, daß dieses kleberreiche Brot bei seinem etwas faden Geschmack nach einiger Zeit nicht sehr gern genossen wird, während Kartoffeln ohne einen ausgesprochenen Geschmack, viel länger mit Appetit gegessen werden.

Es sollen auch, wie oben näher besprochen wurde, in einer rationell gemischten Nahrung die stickstoffhaltigen Körper zu den stickstofffreien in einem bestimmten Verhältnisse stehen. Dieses Verhältniß ist in dem Kleberzwieback nicht vorhanden, auch aus diesem Grunde kann das Kleberbrot als zweckmäßiger Ersatz des gewöhnlichen Brotes kaum bezeichnet werden. Richtiger wäre es, die stickstofffreien Kohlehydrate in der Nahrung durch andere stickstofffreie Substanzen zu ersetzen. Dazu eignen sich besonders die den Kohlehydraten nahestehenden Fette. Das in der obigen Tabelle in zweiter Linie aufgeführte Buttergebäck enthält z. B. stick-

stofffreie und stickstoffhaltige Substanzen, wenn man den Fettgehalt in Rechnung zieht, in viel günstigerem Verhältnisse, als der Kleberzwieback, und führt bei dem Genusse derselben Gewichtsmenge doch kaum mehr Kohlehydrate in den Körper, als dieser. Interessant ist es, daß ein portugiesischer Arzt, Rollo, nach den Mittheilungen von Boussingault ganz vorzügliche Resultate erzielte durch Ernährung der Diabetiker mit sehr fettreichen Speisen, namentlich mit einem Gemisch von Fleisch und Speck. Mit ähnlichem Erfolg hat man den an Zuckerruhr Leidenden in neuerer Zeit auch wohl Glycerin zu Fleischnahrung gegeben. Um den Kranken bei solcher Ernährung Abwechselung zu bieten, ist dann der Genuß von gekochten oder gedämpften Kartoffeln dem des von Boussingault analysirten Kleberzwiebacks entschieden vorzuziehen.

Absichtlich ist die Brotnahrung für die an Zuckerruhr Erkrankten etwas eingehender besprochen, um durch die hier nur beispielsweise erwähnten Verhältnisse zu zeigen, daß das oben begründete Urtheil über die Nahrhaftigkeit der verschiedenen Brotsorten nur für einen gesunden, normalen Menschen Geltung haben kann, um anzudeuten, wie unendlich viel noch zu erforschen ist, ehe man für jeden Organismus die passendste Brotnahrung sicher auswählen kann.

Ueber Brotfabriken.

Bei der Beurtheilung der Frage, ob es zweckmäßig sei, Brot fabrikmäßig zu erzeugen, muß man sich vor Allem darüber klar werden, welche Vortheile man durch den Fabrikbetrieb in einer Bäckerei erreichen kann, und unter welchen Bedingungen diese Vortheile zu erzielen sind.

Der große Nutzen, welchen der fabrikmäßige Betrieb einer Bäckerei mit sich bringt, wurde in früheren Capiteln, bei der Besprechung der bei dem Teigkneten benutzten Maschinen, sowie bei der Betrachtung der neueren Backöfen öfter hervorgehoben. Es mag genügen, hier nochmals kurz anzudeuten, daß durch ausgiebige Benutzung von Maschinenkraft und durch ununterbrochenen Betrieb der Oefen die Herstellung des Brotes wesentlich billiger wird, daß die Verwendung von mechanischen Vorrichtungen die Erzielung eines guten Resultates weniger abhängig macht von der Geschicklichkeit und dem guten Willen der Arbeiter und daß unter diesen Umständen die Sicherheit größer ist, stets ein gleichmäßig gutes Brot von ganz bestimmter Qualität zu erzeugen.

Die Verwendung der Teigknetmaschinen wurde schon oben nur dann als zweckmäßig erkannt, wenn diese Apparate stets für die Herstellung einer bestimmten Teigsorte benutzt werden, die Maschinen für Schwarzbrotteig sind meistens nicht auch zu gebrauchen zur Herstellung von reinem Weizenmehlteig und umgekehrt. Daraus ergiebt sich, daß eine Brotfabrik nicht, wie der Handwerksbäcker, alle möglichen Backsorten liefern kann, daß eine richtige Benutzung von Maschinenkraft nur möglich ist, wenn die Fabrik nur eine bestimmte Brotsorte liefert oder wenn verschiedene Abtheilungen des Etablissements getrennt von einander betrieben werden, um in jeder eine besondere Art von Brot zu erzeugen.

Der continuirliche Betrieb von Backöfen setzt einen ebenso ununterbrochenen Absatz des Gebäckes voraus. Eine größere Menge der Waare läßt sich auf Lager nur bereiten, wenn es sich um ganz trocknes Backwerk, um Biscuits und ähnliche Fabrikate, handelt, bei gewöhnlichem Brot muß das frische Gebäck innerhalb einer gewissen Zeit verkauft werden. Schwarzbrot ist weniger schnell dem Altbackenwerden unterworfen, als Weißbrot, es werden also die Brotfabriken, die nur Schwarzbrot liefern, weniger unter den Schwierigkeiten des Verkaufs leiden,

als die Etablissements, in denen auch Weizenbrot bereitet wird. Es kann daher nicht auffallen, daß sich viele Brotfabriken allein mit der Herstellung von Schwarzbrot beschäftigen.

Da der Fabrikant nicht so leicht, wie der Kleinbäcker, den Kunden das Brot in das Haus liefern kann, vielmehr in der Regel Zwischenhändler für den Detailverkauf nöthig hat, so muß er auf einen Theil des Verdienstes, den der Handwerksbäcker genießt, zu Gunsten des Vermittlers verzichten und muß zugleich die Kosten tragen, die das Versenden des Brotes an die Zwischenhändler hervorruft. Brotfabriken können daher nur rentiren, wo der Handel durch Eisenbahnen oder andere Verkehrsmittel erleichtert ist, oder in der Nähe von großen Städten, in denen der Bedarf an Brot hinlänglich bedeutend ist.

Endlich muß eine Brotfabrik, um stets ein gleich gutes Brot liefern zu können, stets dieselbe Qualität von Mehl zur Verfügung haben, die Brotfabrik soll möglichst unabhängig sein von den Mühlen und betreibt daher am zweckmäßigsten und natürlich auch am billigsten selbst Mühlen, in denen das Mehl erzeugt wird, welches in der Brotfabrik das beste Resultat liefert.

Brotfabriken sind also nur rentabel, wenn sie eine einzige oder wenige in großen Mengen consumirte Brotsorten bereiten und wenn sie in einer Gegend angelegt sind, in der der Verkauf des Fabrikates leicht möglich ist; zweckmäßig ist es, wenn die Brotfabriken selbst Mühlen besitzen.

Wenn diese Bedingungen erfüllt sind, sind die Vortheile, welche die fabrikmäßige Bäckerei mit sich bringt, so in die Augen fallend, daß man darüber erstaunen muß, wie wenige Brotfabriken bei uns bisher eingerichtet wurden. Der Hang, am Althergebrachten festzuhalten, der Widerstand der meistens noch mehr oder weniger zunftmäßig zusammenhaltenden Bäckerinnungen, die gegenseitige Rücksichtnahme der Gewerbetreibenden auf einander und endlich die Schwierigkeit, die der Fabrikant zu überwinden hat, um dem Geschmack des Publicums in einem größeren Districte zu entsprechen, sind wohl die Hauptgründe, die der allgemeineren Einrichtung von Brotfabriken im Wege stehen. Unter diesen Verhältnissen haben sich Brotfabriken in Deutschland bisher vorzugsweise in größeren Städten halten können. Die dem Herrn Krietsch gehörende Fabrik in Wurzen (in der Nähe von Leipzig), die von Herrn Bienert in Plauen bei Dresden betriebene Fabrik und die von der Firma May u. Comp. in Hausen bei Bockenheim in der Nähe von Frankfurt am Main eingerichtete Brotfabrik verbinden unter anderen in richtiger Weise den Mühlenbetrieb mit der fabrikmäßigen Brotbäckerei. Aber auch ohne das Mehl selbst zu bereiten, das sie nöthig haben, arbeiten in Berlin, Harburg, Altona, Chemnitz u. s. w. Brotfabriken mit gutem Erfolg. In neuerer Zeit beginnt man auch solche Etablissements in der Nähe von mittleren Städten mit zahlreichen Verkehrswegen zu gründen, z. B. erzielt die Fabrik, welche Herr Speyerer in Carlsruhe von dem Herrn Johannes Haag in Augsburg im Laufe des letzten Jahres anlegen ließ, sehr gute Resultate, indem sie ihr Brot nicht allein in Carlsruhe, sondern in weitem Umkreise auf den Markt bringt.

Um eine Vorstellung von derartigen Anlagen zu geben, möge hier die Beschreibung einiger mit gutem Erfolg betriebener Brotfabriken folgen.

Zunächst verdanke ich der außerordentlichen Gefälligkeit des Herrn Johannes

Haag in Augsburg die auf Tafel I abgebildeten Pläne einer von ihm eingerichteten und seit etwa drei Jahren in vollem Betriebe befindlichen Fabrik. Fig. 1 zeigt den Grundriß, Fig. 2 einen Verticalschnitt durch das Gebäude in der Richtung der Linie *AB* in Fig. 1. In beiden Plänen sind die einzelnen Räume und Apparate genau benannt, so daß die Zeichnungen leicht verständlich sind.

Die maschinelle Einrichtung der Fabrik besteht aus:

a. vier Dampfheizungsbrotbacköfen,
b. einem Mehlreinigungscylinder,
c. einer Teigknetmaschine,
d. einem Mehlaufzug,
e. zwei Dampfheizöfen für die Comptoirs,
f. einem Dampfkessel,
g. einer Dampfmaschine,
h. einer Wasserpumpe,
i. einer 16 m langen Transmission,
k. einer Reservoiranlage für kaltes und warmes Wasser.

Bei einem continuirlichen Betriebe, bei einer Arbeit, die Tag und Nacht nicht unterbrochen wird, ist die Fabrik im Stande, täglich 4000 Brotlaibe à 2 Kg zu erzeugen.

Die Knetmaschine, der Mehlaufzug und die Wasserpumpe sind mit der Transmission zu betreiben, jedoch ist auch durch Anbringung von Handkurbeln Vorsorge getroffen, daß der Betrieb der Maschinen durch Arbeiter erfolgen kann, wenn durch unglückliche Zufälle ein, wenn auch nur kurzer, Stillstand der Dampfmaschine herbeigeführt werden sollte.

Das Mehl wird, bevor es zu Teig verarbeitet wird, von den beigemengten mechanischen Verunreinigungen, von Sackschnüren, Mehlknollen &c., befreit und muß zu diesem Zwecke den Putzcylinder passiren, der durch die Transmission bewegt wird. Damit das Mehl in dem Cylinder sich nicht anstauen und dadurch die Gaze des Reinigers zerreißen kann, ist die Einschüttungsgosse mit einem gewöhnlichen stellbaren Rüttelwerke versehen.

Die Teigbereitung geht in der Knetmaschine vor, die von sehr einfacher und gutwirkender Construction ist. Der Teigtrog ist beweglich, um das Herausnehmen des fertigen Teiges zu erleichtern. Die Construction der Knetarme ist so, daß die Reinigung von anhaftenden Teigtheilen rasch geschehen kann. Oben auf Seite 184 und durch die Figuren 59, 60 u. 61 wurde dieser Apparat näher geschildert.

Jeder Ofen, dessen Einrichtung oben auf Seite 224 und durch die Figuren 89, 90 u. 91 beschrieben wurde, liefert in 16 Füllungen in 24 Stunden 1000 Laibe. Der Kohlenverbrauch stellt sich auf 15 bis 25 Kg für jede Backung, je nach der Qualität der angewandten Kohlensorte. Gut ausgebacken ist das Brot stets in 5/4 Stunden bei einer anfänglichen Temperatur des Backraumes von 200 bis 220° R. (250 bis 275° C.), welche bis auf eine Endtemperatur von 170 bis 180° R. (212 bis 225° C.) sinken darf. Das Brot backt nahezu an allen Stellen des Ofens gleichmäßig, es genügt ein einmaliges Umsetzen der ersten und letzten Reihen der Laibe, eine Operation, die in wenigen Minuten ausgeführt ist. Zur sicheren Beurtheilung der Temperatur im Backraum trägt jeder Ofen ein

sicher gehendes Pyrometer (System Julius Blancke in Merseburg, dessen Beschreibung oben auf Seite 242 und in Fig. 101 gegeben wurde), dessen Scala mit Zeiger oberhalb der Schiebethüren des Ofens so angebracht ist, daß sie leicht sichtbar und bequem zu beobachten ist.

Die Dampfmaschine, welche die verschiedenen Mechanismen zu treiben hat, entwickelt 4 bis 5 Pferdestärken und ihr Abdampf wird noch benutzt zur Erzeugung von warmem Wasser. Kleinere Bäckereien, welche ohne Dampfmaschine arbeiten, verwenden auch zweckmäßig die Abwärme der Backöfen zur Erwärmung des Wassers.

Der Dampfkessel ist ein liegender eingemauerter Röhrenkessel von 14 qm feuerberührter Fläche, er arbeitet mit 4 Atmosphären Ueberdruck. Dieser Kessel hat für die Maschine, für die vier Backöfen (zum Schwellen des Brotes) und im Winter für die Heizung der Comptoirs Dampf zu liefern. Die Einmauerung des Kessels erlaubt die Feuerröhren während des Betriebes von Flugasche, Ruß 2c. zu reinigen. Bei Anlage einer großen Bäckerei und bei der Voraussicht, daß der Bedarf an Brot so groß wird, daß Tag und Nacht gearbeitet werden muß, ist es sehr vortheilhaft, von vornherein einen Reservekessel aufzustellen.

Ein etwa 20 m hoher Schornstein von 0,40 qm Querschnitt nimmt die Rauchgase der Dampf- und Backofenheizung auf.

Die vorhandenen Reservoiranlagen für kaltes und warmes Wasser genügen für etwa 12 Stunden. Das Kaltwasserreservoir besitzt einen Inhalt von 2400 l, das Reservoir für warmes Wasser vermag 1800 l zu fassen.

In Bezug auf die Kosten, die die maschinelle Einrichtung einer solchen Brotfabrik veranlaßt, theilte mir Herr Johannes Haag im Sommer 1877 folgende Zahlen mit, die er indessen nur als annähernde Schätzungswerthe betrachtet wissen will:

Ein Mehlreinigungscylinder mit Einschüttgosse und Schüttelrost, complet	500	Mark
Ein Mehlaufzug für Transmission und Handbetrieb eingerichtet mit Aufzugkasten	500	"
Eine Knetmaschine für Transmission und Handbetrieb eingerichtet	850	"
Vier Dampfheizungsbrotbacköfen, bestehend in den completen Eisentheilen, schmiedeisernen Heizröhren und besonderen Dampfzuführungen zum Schwellapparat, exclusive Mauerwerk à 2800	11 200	"
Complete Transmission, bestehend aus etwa 16 m Welle, drei Kuppelungen, 6 Lagern, 4 Riemenscheiben	400	"
Ein liegender Röhrendampfkessel von 14 qm Heizfläche für 5 Atm. Ueberdruck, complet mit Armatur und Garnitur	1 600	"
Zwei Injecteurs, jeder in der Minute 10 Kg Wasser liefernd, als Kesselspeisevorrichtung à 120	240	"
Eine Wasserpumpe, in der Minute 20 Kg Wasser liefernd, für Transmission und Handbetrieb eingerichtet	400	"
Dampf- und Wasserleitungen, complet mit den Abzweigungsleitungen, Ventilen und Hähnen	400	"
Latus . . .	16 090	Mark

Transport . . .	16 090	Mark
Eine stehende 4- bis 5pferdige Dampfmaschine mit variabeler Expansion und Regulator, complet	1 500	„
Ein Kaltwasserreservoir, 2400 l fassend, complet	300	„
Ein Warmwasserreservoir mit schmiedeisernem Deckel und selbstthätiger Schwimmervorrichtung und Dampfröhrenspirale, 1800 l Wasser fassend	300	„
Zwei Dampfheiz-Oefen von je 3 qm Heizfläche complet mit Dampf- und Luftventil	400	„
Montirung dieser gesammten Anlage	900	„
Summa . . .	19 490	Mark

Exclusive Maurermaterialien, exclusive aller Maurer-, Bau- und Zimmermannsarbeit ꝛc. und exclusive der Reisespesen des Monteurs sowie der Beihülfe desselben kann man franco in Augsburg den Preis der obigen Einrichtung auf rund 20 000 Mark veranschlagen.

Als Beispiel einer Brotfabrik, in der verschiedene Brotsorten bereitet werden, gebe ich im Folgenden eine Beschreibung der Brotfabrik der Gußstahlfabrik von Friedr. Krupp in Essen. Herrn Max Uhlenhaut in Essen bin ich für die überaus freundliche Unterstützung bei der Abfassung des vorliegenden Werkes, namentlich aber auch für die Uebersendung der unten gegebenen Pläne zu größtem Danke verpflichtet.

Die Brotbäckerei der Krupp'schen Gußstahlfabrik bildet nach ihrem Neubau im Jahre 1873/74 eine Abtheilung der Consumanstalt für die Angehörigen der Firma Friedr. Krupp und liefert Schwarzbrot (aus reinem Roggenmehl), Paderborner Brot (aus $^3/_4$ kleienfreiem Roggenmehl und $^1/_4$ Weizenmehl zweiter Qualität), Graubrot (aus etwa $^3/_5$ feinem Roggenmehl und $^2/_5$ Weizenmehl erster Qualität), Weißbrot (sogenannte Stuten aus reinem Weizenmehl unter Benutzung von Milch bereitet), endlich Zwieback (aus Weizenmehl, Milch und Butter). Wie alle übrigen Artikel der Consumanstalt verkauft die Fabrik auch dieses Gebäck zum Selbstkostenpreis nur an Arbeiter und Beamte der Werke der Firma Krupp.

Das Mehl wird zum größten Theil, das Roggenmehl ganz, auf einer der Firma gehörigen Dampfmühle gemahlen. Die Bereitung und Bearbeitung des Teiges geschieht in Maschinen, welche oben (Seite 170, Fig. 46 bis 54) beschrieben wurden. Für die Herstellung des Teiges für Weißbrot und Zwieback ist eine besondere Abtheilung der Fabrik eingerichtet; Schwarzbrot, Paderborner Brot und Graubrot werden in einem gemeinschaftlichen Raume bereitet, indessen werden hier die Knetmaschinen getrennt für Schwarzbrotteig und für den Teig zu Paderborner Brot verwendet, der Graubrotteig wird mit Hülfe von Handarbeit gemischt. Der Teig wird in 12 Oefen gebacken, die von W. A. F. Wieghorst und Sohn in Hamburg geliefert wurden und die also Hochdruck-Wasserheizung besitzen.

Tafel II zeigt die Einrichtung und die Dimensionen der ganzen Fabrik, so wie die Anordnung und Lage der einzelnen Apparate. Fig. 1 giebt eine äußere Längenansicht des Gebäudes. Fig. 2 zeigt die Giebelseite, Fig. 3 veran-

schaulicht einen Verticalschnitt durch die Fabrik und zwar entsprechend der Linie *ab* in Fig. 4. Fig. 4 und Fig. 5 zeigen den Grundriß der beiden Etagen der Fabrik. In diesen Grundrissen sind die einzelnen Apparate sowie die Bestimmung der einzelnen Räumlichkeiten genau bezeichnet, so daß die Pläne einer näheren Erklärung nicht bedürfen.

An maschinellen Einrichtungen sind folgende in der Fabrik vorgesehen:

Eine Knetmaschine für Schwarzbrot,
„ „ „ Paderborner Brot,
„ „ „ Weißbrot,
ein Dampf-Milchkochapparat,
„ Warmwasserreservoir,
eine Pumpe,
zwei Sauerteigtröge von Schmiedeeisen,
ein Aufzug für Mehl rc.,
zwölf Backöfen mit sechs Kaminen,
eine 12zöllige Zwillings-Dampfmaschine mit Kessel und Kamin,
eine Hofuhr.

Ueber die Kosten der Anlage erfuhr ich nur, daß dieselben in Summa 215 000 Mark ausmachten, eine Summe, zu welcher die Knetmaschinen für Roggenbrot mit 4500 Mark und zu der die 12 Backöfen inclusive der Kamine mit 64 000 Mark beitrugen.

Sämmtliche Oefen werden dreimal täglich zum Backen benutzt, einige zuweilen auch viermal. Man muß Morgens die erkalteten Oefen 2 bis 3 Stunden heizen, bis sie die Backtemperatur erhalten. Nach jedesmaligem Backen reicht ein Heizen während 1/4 Stunde aus, um dieses Ziel zu erreichen. Am Montag Morgen hat man, da die Oefen Sonntags auskühlen, 5- bis 6stündiges Heizen nöthig. Gegen Ende der Woche dagegen pflegt die Erwärmung leichter erreicht zu werden, es sind die Oefen dann so durchgewärmt, daß man auch die Anfangstemperatur für das Backen um 5 bis 10° niedriger nehmen kann als gewöhnlich.

An Personal erfordert der Betrieb der Fabrik:

Einen Meister,
elf Bäcker,
einen Heizer,
einen Tagelöhner,
einen Kesselwärter für Tagschicht,
„ „ „ Nachtschicht.

Im Jahre 1876 betrug die Production an

Schwarzbrot	1 300 000 Kg
Paderborner Brot	590 000 „
Graubrot	15 500 „
Weißbrot	176 000 „

Diese Brotmasse wurde hergestellt aus:

Roggenschrot	895 000 Kg,
Roggenvorschuß	475 000 „
Weizenmehl	250 000 „
Buchweizenmehl Grand .	16 500 „
Salz	14 000 „
Hefe	1 710 „
Oel, Schmalz ꝛc.	4 000 „
Zucker	1 400 „
Milch	90 000 Liter.

Die Fabrik war im Stande, das Brot zu folgendem Preise zu liefern:

1 Kg Schwarzbrot	0,16 Mark.
1 „ Paderborner Brot . . .	0,25 „
1 „ Graubrot	0,42 „
1 „ Weißbrot	0,46 „

Schließlich entnehme ich auch aus einer Darstellung einiger Militär- und Civilbäckereien in Frankreich, England und Belgien [1]) die Beschreibung der neuen Bäckerei des Arsenals von Deptford. Die feuerfeste Bäckerei (Fig. 109 a. f. S. zeigt deren Grundriß) besteht aus einem Hauptgebäude mit zwei vorspringenden Flügeln, welche einen Hof einschließen, der mit einem von gußeisernen Säulen getragenen Blechdache bedeckt ist. Um dieser bedeckten Halle, in welcher der Zwieback fabricirt wird, liegen drei Gruppen von Oefen, deren Anzahl 13 beträgt und von denen jeder 4 m breit, 4,88 m lang und 1 m hoch ist. Fig. 110 (a. S. 327) zeigt den Grundriß, Fig. 111 (a. S. 327) einen Verticalschnitt durch den Ofen, Fig. 112 (a. S. 327) veranschaulicht die vordere Ansicht der Oefen. Zur Fabrikation des Zwiebacks sind zwei Apparate nach dem System von Thomas Kessel-Granet aufgestellt, jeder besteht aus zwei Knetmaschinen, zwei Tischen zum Kneten und zwei senkrechten Teigmessern. Die Bewegung wird diesen Apparaten von den Maschinen der Mühle mitgetheilt und es sind die Transmissionswellen so eingerichtet, daß sich diese Maschinen gegenseitig ergänzen können; außerdem ist eine kleine Maschine aufgestellt, welche bei vorkommenden Stillständen der beiden großen Dampfapparate Dienste leisten muß.

Die Gebäude, welche die Bäckerei umschließen und deren Erdgeschoß von den Oefen eingenommen wird, haben drei Etagen und dienen zum Aufbewahren des Zwiebacks und als Mehlmagazine; sie sind durchweg feuerfest; die Decken bestehen aus kleinen auf gußeisernen Trägern liegenden Ziegelgewölben. Der Mechanismus der sonst sehr zweckmäßig eingerichteten Bäckerei scheint etwas zu

---

[1]) Förster's allgemeine Bauzeitung, Wien 1863.

viel Kraft zu liefern, so daß sein Betrieb jedenfalls eine Vermehrung des Aufwandes an Brennmaterial zur Folge haben muß.

Das Mehlmagazin für die Kriegsrüstung, welches die Bäckerei auf der einen Seite begrenzt, an der keine Oefen liegen, besteht aus einem einzigen Gebäude von zwei Etagen, das der Länge nach von einer mit Bogen versehenen Mauer getheilt ist. Die Decken sind von Holz und werden von Ständern desselben Materials getragen. Das von Amerika (Baltimore) kommende Mehl wird in Tonnen von 50, 75, 110 und 150 Kg aufbewahrt, welche aus eichenen Dauben mit sechs eisernen Reifen angefertigt sind.

Fig. 109.

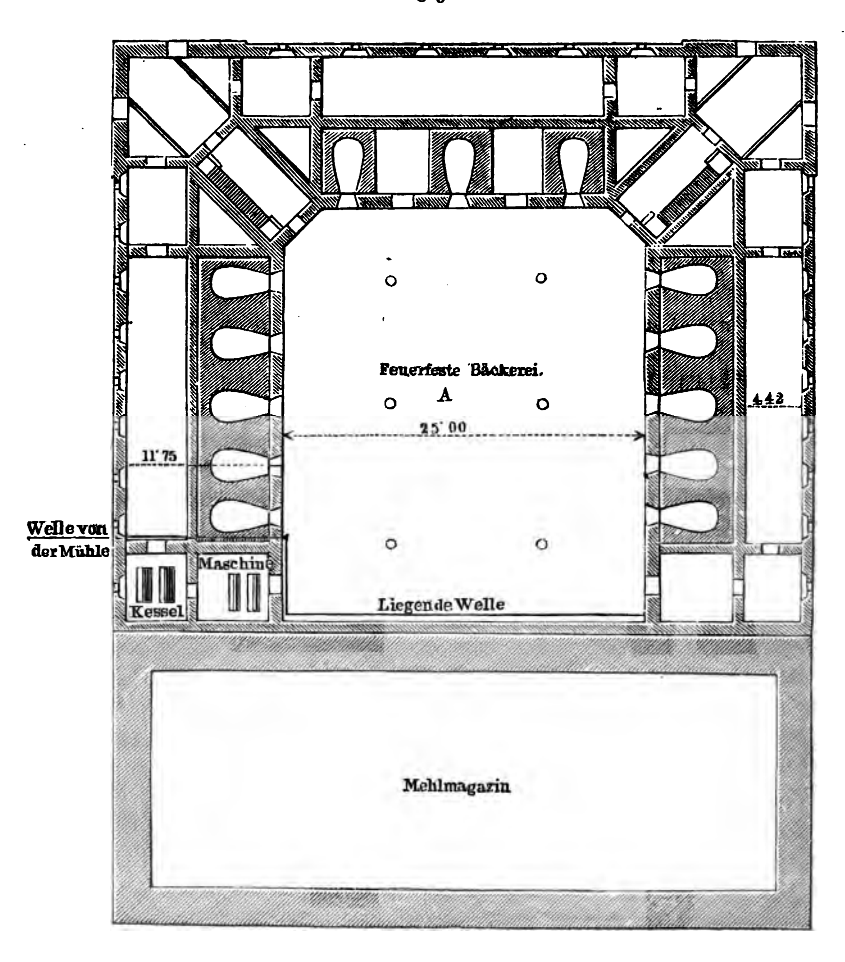


Fig. 110.

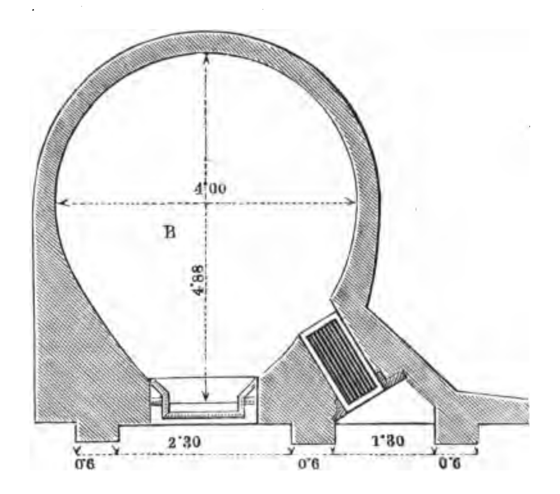


Fig. 111.

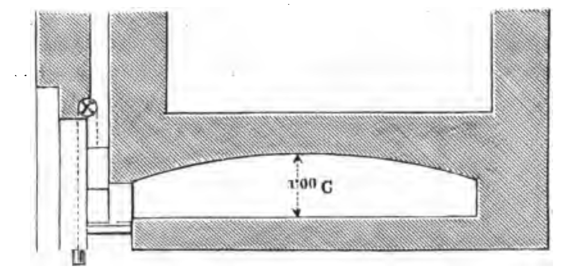
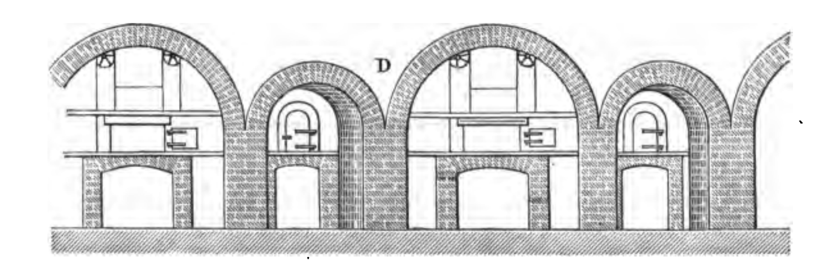


Fig. 112.



Als Beispiel für die Art der **Rentabilitätsberechnung** einer Bäckerei gebe ich in Folgendem die mir von dem Vorstande der Genossenschaft freundlichst zur Verfügung gestellten Abrechnungen der Bäckerei des „Lebensbedürfnißvereines" in Karlsruhe für die Jahre 1876 und 1877.

Ausgaben im Jahre 1876.

Gegenstand	Im Ganzen			Hiervon trifft auf					
	Menge	Geldwerth		Weißbrot			Schwarzbrot		
	Centner	Mark	Pf.	Centner	Mark	Pf.	Centner	Mark	Pf.
Mehl	3337,91	51491	92	966,84	18611	67	2371,07	32880	25
Castormehl [1])	1,59	25	44	1,59	25	44			
Staubmehl	8,10	60	75				8,10	60	75
Octroi und Beifuhr		2274	60		656	88		1617	72
Ausgaben für Mehl		53852	71		19293	99		34558	72
Holz mit Zufuhr		1574	25		524	75		1049	50
Gas		360	—		240	—		120	—
Reparaturen u. kleine Kosten		156	21		44	63		111	58
Ausgaben f. Holz u. Licht		2090	46		809	38		1281	08
Salz		433	—		144	33		288	67
Preßhefe		990	—		707	15		282	85
Kümmel		116	38		6	38		110	—
Schmalz		1610	59		1610	59			
Butter		1103	12		1103	12			
Milch		2940	30		2940	30			
Eier		99	60		99	60			
Ausgaben für Zuthaten		7292	99		6611	47		681	52
Arbeitslöhne		5393	54		2696	77		2696	77
Lohn für Austragen		2346	48		2346	48			
Lohn für Ladenverkauf		791	43		352	89		438	54
Summa der Löhne		8531	45		5396	14		3 135	31
Allgemeine Unkosten		1850	—		528	57		1321	43
Summa der Ausgaben		73617	61		32639	55		40978	06

[1]) Als „Castormehl" wird ein Präparat bezeichnet, welches beim Anfrischen des Sauerteiges oder zum Beleben der Hefe angewandt wird. Dasselbe enthält 10,86 Procent Wasser, 3,50 Proc. Asche und 4,27 Proc. Stickstoff (24,6 Proc. Proteïnkörper). Mikroskopische Prüfung zeigte, daß dasselbe aus Hülsenfrüchten, wahrscheinlich Linsen, gewonnen ist.

Einnahmen im Jahre 1876.

Gegenstand	Im Ganzen		Hiervon trifft auf			
			Weißbrot		Schwarzbrot	
	Mark	Pf.	Mark	Pf.	Mark	Pf.
Erlös aus Verkauf von Brot	79144	60	35289	76	43854	84
„ „ „ von Kohlen, Fußmehl	145	56	48	52	97	04
„ „ „ von Mehlsäcken	252	90	25	30	227	60
Summa der Einnahmen	79543	06	35363	58	44179	48
Davon ab die Ausgaben	73617	61	32639	55	40978	06
Gewinn	5925	45	2724	03	3201	42
In Procenten der Einnahme	7,46		7,70		7,24	

In Bezug auf die Ausbeute, welche diese Brotfabrik an Waare aus dem Rohmaterial erzielte, kann in Betreff des Weißbrotes nur angegeben werden, daß im Ganzen 919 346 Stück Weißbrot verschiedener Gattung verkauft werden konnten. Bei Schwarzbrot wurde das Gewicht der Brote genau controlirt und in Bezug auf diese Waare berechnet sich die Ausbeute wie folgt:

Gattung des Brotes	Stückgewicht	Anzahl der Stücke	Gesammtgewicht	
			Centner	Pfd.
Kornbrot zu 40 bis 42 Pfennig	3 Pfd.	46695	1400	85
Kornbrot zu 14 Pfennig	1 „	22411	224	11
Schwarzbrot zu 40 bis 42 Pfennig	3 „	34730	1041	90
Schwarzbrot zu 20 bis 21 Pfennig	1½ „	17721	265	81
Halbweißbrot zu 34 bis 36 Pfennig	2 „	2632	52	64
Halbweißbrot zu 17 bis 18 Pfennig	1 „	12978	129	78
Groschenbrot zu 10 Pfennig	525 g	2149	11	28
Verschiedenes	—	—	6	60
Summa der Stücke	—	139316	—	—
Dazu von den Bäckern verbraucht			29	20
Summa des Brotgewichtes			3162	17
Dazu wurde an Mehl verwendet			2371	07

Die Ausbeute an Brot beträgt demnach 133,36 Procent vom Gewichte des Mehles.

Ausgaben im Jahre 1877.

Gegenstand	Im Ganzen			Hiervon trifft auf					
	Menge	Geldwerth		Weißbrot			Schwarzbrot		
	Centner	Mark	Pf.	Centner	Mark	Pf.	Centner	Mark	Pf.
Mehl	3234,95	51957	55	953,07	18108	33	2281,88	33849	22
Castormehl	1,79	29	53	1,79	29	53			
Staubmehl	15,43	123	44				15,43	123	44
Octroi und Beifuhr	—	2641	63		802	63		1839	—
Ausgaben für Mehl		54752	15		18940	49		35811	66
Holz mit Zufuhr		1529	33		509	78		1019	55
Gas		360	—		240	—		120	—
Reparaturen		322	6		92	60		231	46
Ausgaben f. Holz u. Licht		2213	39		812	38		1371	01
Salz		372	48		124	16		248	32
Preßhefe		1063	20		759	43		308	77
Kümmel		157	54		7	88		149	66
Schmalz		1200	—		1200	—			
Butter		1088	87		1088	87			
Milch		2852	65		2852	65			
Eier		100	30		100	30			
Ausgaben für Zuthaten		6835	4		6133	29		701	75
Arbeitslöhne		5061	90		2530	95		2530	95
Lohn für Austragen		2571	89		2571	89			
Lohn für Ladenverkauf		1545	39		659	29		886	10
Ausgabe an Löhnen		9179	18		5762	13		3417	5
Miethe des Locales		700	—		200	—		500	—
Allgemeine Unkosten		1851	71		529	6		1322	65
Summe der Unkosten		2551	71		729	6		1822	65
Summe der Ausgaben		75531	47		32407	35		43124	12

Einnahmen im Jahre 1877.

Gegenstand	Im Ganzen		Hiervon trifft auf			
			Weißbrot		Weißbrot	
	Mark	Pf.	Mark	Pf.	Mark	Pf.
Erlös aus Verkauf von Brot	77269	88	32964	81	44305	7
Erlös aus Verkauf v. Holzkohlen, Fußmehl	73	21	24	40	48	81
Erlös aus Verkauf von Säcken	52	20	26	10	26	10
Summa der Einnahmen	77395	29	33015	31	44379	98
Davon ab die Ausgaben	75531	47	32407	35	43124	12
Gewinn	1863	82	607	96	1255	86
In Procenten der Einnahme	2,40		1,85		2,83	

Aus dem Weizenmehl wurden im Jahre 1877 890 255 Stück Weißbrot von verschiedener Größe gebacken. Bei Schwarzbrot wurde auch in diesem Jahre das Gewicht des Brotes genau controlirt, so daß man im Stande ist, die Ausbeute in Bezug auf das Schwarzbrot in folgender Weise zu berechnen:

Gattung des Brotes	Stückgewicht	Anzahl der Stücke	Gesammtgewicht	
			Centner	Pfd.
Kornbrot zu 42 Pfennig	3 Pfd.	40423	1212	69
Kornbrot zu 14 Pfennig	1 „	26127	261	27
Schwarzbrot zu 42 Pfennig	3 „	38731	1161	93
Schwarzbrot zu 21 Pfennig	1½ „	19457	291	85
Halbweißbrot zu 36 Pfennig	2 „	1855	37	10
Halbweißbrot zu 18 Pfennig	1 „	11875	118	75
Groschenbrot zu 10 Pfennig	525 g	989	5	19
Verschiedenes	—	—	3	23
Summa der Stücke	—	139457	3092	1
Verbrauch der Bäcker 8 Pfund pro Tag .			29	20
Summa des Brotgewichtes			3121	21
Dazu wurde an Mehl verwendet . .			2281	88

Mithin wurden aus 100 Gewichtstheilen Mehl 136,8 Gewichtstheile Schwarzbrot erzeugt.



